

1 CAPÍTULO UNO

VISIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Autores:

ADRIANA PEDRAZA GALEANO

MAURICIO CABRERA LEAL

MARTHA DUARTE O.

MARÍA MARGARITA GUTIÉRREZ ARIAS

PEDRO SIMÓN LAMPREA QUIROGA

RICARDO JOSÉ LOZANO PICÓN

Coordinadores del Capítulo:

MAURICIO CABRERA LEAL

MARÍA MARGARITA GUTIÉRREZ ARIAS

MARTHA DUARTE O.

Foto 1.1: Portada Capítulo 1. Panorámica de Bogotá, vista desde los Cerros Orientales. Mauricio Cabrera L., 2009

CONTENIDO

	Página
VISIÓN GENERAL DEL INVENTARIO NACIONAL DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	15
INTRODUCCIÓN	11
1.1 METODOLOGÍA	19
1.2 MESAS TÉCNICAS DE TRABAJO PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES	19
1.2.1 Alcance y estructura del inventario según las directrices del IPCC	21
1.3 RESULTADOS DEL INVENTARIO DE GEI PARA COLOMBIA	21
1.3.1 Emisiones de GEI por módulo y categoría año 2000	23
1.3.2 Emisiones de GEI por módulo y categoría año 2004	23
1.3.3 Participación de cada módulo en las emisiones totales por año	23
1.3.4 Emisiones de Gases de Efecto en el Mundo	23
1.3.5 Emisiones de Colombia frente al total mundial y regional	27
1.3.6 Emisiones totales de Colombia frente a los reportes de otros países de América Latina	28
1.3.7 Gases más representativos en el país y totales emitidos por año	30
1.3.8 Información, metodología y resultados del módulo energía	32
1.3.9 Información, metodología y resultados, módulo procesos industriales	37
1.3.10 Información, metodología y resultados, módulo agricultura	40
1.3.11 Información, metodología y resultados, módulo Uso del suelo (USCUSS)	42
1.3.12 Información, metodología y resultados, módulo residuos	45
1.4 CONCLUSIONES GENERALES DEL INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO .	50
1.4.1 Módulo energía	51
1.4.2 Módulo procesos industriales	52
1.4.3 Módulo agricultura	52
1.4.4 Módulo Uscuss	55
1.4.5 Módulo Residuos	53
1.5 LIMITACIONES, RECOMENDACIONES Y NECESIDADES	54
1.5.1 Recomendaciones generales	54
1.5.2 Recomendaciones para mejorar la certidumbre	56
BIBLIOGRAFÍA	58
CONTENIDO DE TABLAS	
Tabla 1.1 Potencial de calentamiento global en unidades de CO ₂ eq para los diferentes GEI	21
Tabla 1.2 Principales Módulos y categorías / actividades aportantes de GEI, año 2000	24
Tabla 1.3 Principales Módulos y categorías / actividades aportantes de GEI, año 2004	25
Tabla 1.4 Comparación de emisiones GEI, años 1990 y 2000; Mundial - América Latina y el Caribe - Colombia	36
Tabla 1.5 Principales módulos y categorías / actividades aportantes de GEI, año 2004	51

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1.1 Entidades participantes en las mesas de trabajo de cada uno de los módulos	22
Figura 1.2 Emisiones totales GEI en CO ₂ eq por Módulo	26
Figura 1.3 Reparto de emisiones totales de GEI por Módulo	26
Figura 1.4 Participación de cada Módulo (sector) y emisión total de GEI año 2004	26
Figura 1.5 Emisiones mundiales de GEI antropógenos	27
Figura 1.6 Emisiones totales de CO ₂ eq con Uscuss de los principales países del Anexo I	28
Figura 1.7 Emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O global sin USCUS	29
Figura 1.8 Emisiones de PFC, HFC y SF ₆ en el mundo	29
Figura 1.9 Participación de Colombia respecto a las emisiones mundiales de GEI	29
Figura 1.10 Principales países emisores de GEI en América Latina (sin USCUS). Años 1990 a 2005	30
Figura 1.10 Principales países emisores de GEI en América Latina (sin USCUS). Años 1990 a 2005	31
Figura 1.11 Comportamiento de las emisiones por Módulo y años de algunos países de Latinoamérica	31
Figura 1.12 Emisiones Totales por año de GEI de algunos países de América Latina (con Uscuss)	32
Figura 1.13 Emisiones Totales de GEI de algunos países de América Latina (con USCUS)	32
Figura 1.14 Participación de Colombia comparado con las emisiones de países de Latinoamérica	32
Figura 1.15 Participación de los principales GEI en Colombia	33
Figura 1.16 Participación de los GEI en Colombia. Año 2004	33
Figura 1.17 Emisiones de CO ₂ en cada Módulo (sector) de algunos países de Latinoamérica	34
Figura 1.18 Emisiones de CH ₄ en CO ₂ eq de cada Módulo (sector) de algunos países de Latinoamérica	34
Figura 1.19 Emisiones de N ₂ O en CO ₂ eq de cada Módulo (sector) de algunos países de Latinoamérica	34
Figura 1.20 Emisiones per cápita de GEI en Colombia en CO ₂ eq	35
Figura 1.21 Emisiones per cápita de GEI en regiones	35
Figura 1.22 PIB per cápita y PIB Total en PPP (USD)	36
Figura 1.23 Emisiones per cápita y kg de CO ₂ eq / USD del PIB	36
Figura 1.24 Participación de las emisiones de CO ₂ eq de cada Módulo (sector) de algunos países de Latinoamérica	37
Figura 1.25 Comparación porcentual por años de emisiones totales en CO ₂ eq categorías Módulo Energía	39
Figura 1.26 Comparación porcentual por años de emisiones totales en CO ₂ eq categorías Módulo Procesos Industriales	41
Figura 1.27 Comparación porcentual por años de emisiones totales en CO ₂ eq en categorías del Módulo Agricultura	44
Figura 1.28 (Izq.) Participación Módulo Energía por categoría año 2004	45
Figura 1.29 (Der.) Participación Módulo Agricultura por categoría año 2004	45
Figura 1.30 (Izq.) Aporte porcentual de CH ₄ por Módulo por año	45
Figura 1.31 (Der.) Aporte porcentual de N ₂ O por Módulo por año	45
Figura 1.33 (Izq.) Participación Módulo Residuos, categoría año 2004	49
Figura 1.34 (Der.) Participación Módulo P. Industriales, categoría año 2004	49
Figura 1.35 Comparación porcentual por años de las emisiones totales en CO ₂ eq en categorías del Módulo de Residuos	49

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 1.1 Unidades, equivalencias y formas de expresión común	22
Cuadro 1.2 Principales cambios observados en el clima y sus efectos	27
Cuadro 1.3 El proceso de desnitrificación	44

CONTENIDO DE FOTOS

Foto 1.1. Porta Capítulo 1. Panorámica de Bogotá, vista desde los Cerros Orientales. Mauricio Cabrera L., 2009	13
---	----

INTRODUCCIÓN

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) establece las directrices para que los países que hacen parte de dicho organismo preparen sus informes nacionales relacionados con las circunstancias del país, el análisis de riesgo por efecto del cambio climático, y el análisis de reducción de emisiones, que son recopiladas en un documento denominado Comunicación Nacional (CN), donde se incluye el inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI).

A Colombia, por sus condiciones de desarrollo económico, le corresponden las directrices para las Partes no incluidas en el Anexo I de la convención, por consiguiente, de conformidad con lo dispuesto en el inciso a) del párrafo 1 del artículo 4 y en el inciso a) del párrafo 1 del artículo 12 de la Convención, «cada parte comunicará a la conferencia de las partes, un inventario nacional de las emisiones antropogénicas por las fuentes y la absorción antropogénica por los sumideros, de todos los gases de efecto invernadero (GEI), no controlados por el Protocolo de Montreal, en la medida en que sus posibilidades lo permitan, ateniéndose a lo dispuesto en las presentes directrices.

En la Segunda Comunicación Nacional (SCN), las partes no incluidas en el Anexo I, proporcionarán una estimación de los inventarios nacionales de GEI del año 2000. Las Partes no incluidas en el Anexo I podrán determinar a su discreción los años para los cuales presentarán estimaciones de sus inventarios nacionales de GEI»¹.

De acuerdo con este compromiso Colombia realizó el Inventario de Gases de Efecto Invernadero para los años 2000 y 2004, los cuales se desarrollan en los siguientes numerales. En este capítulo se presenta un resumen con los resultados más relevantes de cada uno de los módulos y sectores, según las metodologías del IPCC y se analizan estas emisiones con respecto a otros países según ámbitos regionales y globales.

1.1 METODOLOGÍA

La descripción de la metodología para la estimación del inventario nacional de emisiones de GEI para los años 2000 y 2004, tiene como fundamento lo expresado en la Decisión 17/COP.8 «Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención», resultado del octavo periodo de la Conferencia de las partes, celebrado en el año 2002, en razón a que los inventarios de gases de efecto invernadero hacen parte de las Comunicaciones de las partes ante la CMNUCC.

Tales orientaciones establecen que las Partes no incluidas en el Anexo I, utilizarán para estimar y comunicar su inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, las directrices del Grupo Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

¹ Naciones Unidas, Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático FCCC/CP/2002/7/Add.2 del 28 de enero de 2003. «Decisión 17/CP.8. Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención.

En este sentido, las directrices del IPCC² proponen a las Partes el uso de diferentes métodos o niveles, priorizando los que produzcan las estimaciones más exactas de acuerdo con las circunstancias nacionales y la disponibilidad de datos. Asimismo, se anima a las Partes a que utilicen metodologías nacionales cuando estimen que reflejan mejor su situación nacional, siempre que esas metodologías sean coherentes y transparentes y estén bien documentadas. Además, ofrecen una metodología que comprende factores de emisión por omisión o datos de actividad por defecto, cuando no se tiene información detallada para las condiciones nacionales. Las actividades o módulos a los cuales se calcula las emisiones de GEI son: Energía; Procesos Industriales; Agricultura; Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (Uscuss³), y Residuos.

En concordancia con lo propuesto por las directrices del IPCC, en el desarrollo de cada módulo del inventario, se describen los procedimientos y arreglos adoptados para la consecución de la información necesaria para la estimación del inventario. Es decir, el inventario es el resultado del ejercicio participativo de las instituciones que tienen pertinencia en el tema del módulo en particular, con las cuales se realizó la conformación de mesas interinstitucionales de trabajo.

En el presente inventario se estiman emisiones antropogénicas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). Además, se estiman las emisiones por fuente de hidrofluorocarbonos (HFC's), perfluorocarbonos (PFC's) y hexafluoruro de azufre (SF₆), así como los precursores de GEI como monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx) y los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM). También se incluyen otros gases no controlados por el Protocolo de Montreal como son los óxidos de azufre (SOx), que figuran en las Directrices del IPCC.

Igualmente, se adjuntan como partidas informativas las estimaciones de las emisiones generadas por los combustibles del transporte aéreo y marítimo internacional que, por directriz del IPCC, no se incluyen en los totales nacionales.

Además, se utiliza el potencial de calentamiento global (PCG⁴), para informar de las emisiones expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). En el inventario colombiano se utilizó el PCG a 100 años que se relaciona en la Tabla 1.1, donde se presentan las equivalencias respectivas.

En cada uno de los capítulos que contiene la estimación de las emisiones de GEI, se describen brevemente las generalidades del comportamiento sectorial para el periodo 2000 a 2006, en razón a que las variables económicas de producción y consumo pueden explicar las variaciones de los resultados del inventario para los años estimados, en este caso 2000 y 2004. También, se describe la metodología de cálculo con la explicación de las categorías de fuentes y/o sumideros, la descripción de los factores de emisión utilizados y la información por actividad que constituyen en síntesis, la información básica necesaria para la estimación.

Adicionalmente, se realizó para cada uno de los módulos un ejercicio del cálculo de incertidumbre asociado con los datos del inventario. Dicha prueba se orientó a establecer las actividades que se deben efectuar para mejorar la producción de información estadística necesaria por categoría de fuente, además de enfocar los esfuerzos de los recursos e investigación aplicada para los inventarios futuros. Los resultados obtenidos se presentan de conformidad con las recomendaciones de las directrices del IPCC.

2 El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Colombia ha sido preparado de acuerdo con las directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*), las orientaciones del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero (*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*) y la guía de buenas prácticas para el módulo de uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura (*Good practice guidance for land use, land use change and forestry*).

3 También aparece con las siglas en inglés: Lulucf. (Land use, land use-change and forestry).

4 Una emisión de CO₂ equivalente (eq): es la cantidad de emisión de CO₂ que ocasionaría, durante un horizonte temporal dado, el mismo forzamiento radiactivo integrado a lo largo del tiempo que una cantidad emitida de un GEI de larga permanencia o de una mezcla de GEI. Para un GEI, las emisiones de CO₂ eq se obtienen multiplicando la cantidad de GEI emitida por su potencial de calentamiento global (PCG) para un horizonte temporal dado. Para una mezcla de GEI, se obtienen sumando las emisiones de CO₂ eq de cada uno de los gases. Las emisiones de CO₂ eq constituyen un valor de referencia y una métrica útil para comparar emisiones de GEI diferentes, pero no implican respuestas idénticas al cambio climático. Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático Ginebra, Suiza: 2008. p. 36.

Más adelante, en el presente capítulo se describe el alcance y estructura de la información (categorías) por fuentes y sumideros (absorciones) de gases de efecto invernadero.

Tabla 1.1. Potencial de calentamiento global en unidades de CO₂ eq para los diferentes GEI

Nombre	Fórmula Química	Potencial de Calentamiento Global (PCG ó GWP)
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido Nitroso	N ₂ O	310
Tetrafluoruro de carbono (PFC)	CF ₄	6.500
Hexafluoruro de carbono (PFC)	C ₂ F ₆	9.200
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23.900
Trifluorometano	HFC-23	11.700
Difluorometano	HFC-32	650
Pentafluoroetano	HFC-125	2.800
Trifluoroetano	HFC-143 ^a	3.800
Difluoroetano	HFC-152 ^a	140
Tetrafluoroetano	HFC-134 ^a	1.300

Debido a la variabilidad existente entre las actividades radiativas de los diferentes GEI y sus tiempos de residencia atmosférica, es necesario realizar la conversión de las emisiones de cada uno de los GEI en unidades de CO₂ equivalentes (CO₂ eq), lo cual permite integrar los efectos de las emisiones de varios gases con el fin de ser comparados. Este reporte presenta resultados globales para la totalidad de los GEI anteriormente mencionados en unidades de CO₂ eq usando los potenciales de calentamiento global (GWP) para un horizonte de 100 años contenidos en el «1995 IPCC Second Assessment Report (IPCC 1996)».

1.2 MESAS TÉCNICAS DE TRABAJO PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES

El ejercicio de la estimación del inventario de GEI fue coordinado por el IDEAM, con el fin de obtener resultados consensuados con las entidades sectoriales pertinentes y entregar un documento que exprese los resultados desarrollados por el país. Para tal propósito se crearon "mesas técnicas de trabajo interinstitucionales" para abordar los diferentes temas relacionados con el inventario. En la Figura 1.1, se presentan las entidades que conformaron las mesas técnicas de trabajo por módulo.

El ejercicio interinstitucional con las mesas de trabajo permitió, además del suministro de información para la estimación del Inventario de GEI, constituirse en un espacio de discusión y concertación de resultados. Las principales actividades se orientaron hacia la coordinación de reuniones, ajuste y precisión de conceptos, y resultados, además de la determinación de las fuentes primarias de información. La obtención de los resultados consensuados no hubiese sido posible sin el concurso oportuno de las entidades funcionales y competentes en la temática de cada uno de los módulos, y la información de muchas otras instituciones.

1.2.1 Alcance y estructura del inventario según las directrices del IPCC

Con base en las orientaciones del IPCC sobre las buenas prácticas, las partes no incluidas en el Anexo I deben realizar, en lo posible, todos los análisis de las fuentes esenciales, de tal forma que se reflejen las circunstancias nacionales.

En el inventario se tienen en cuenta las fuentes esenciales, como aquellas que son prioritarias dentro del sistema nacional del inventario, debido a que su estimación tiene mayor influencia en el valor total del inventario de GEI del país en términos del nivel absoluto de emisiones, de la tendencia de las emisiones, o ambos. Con la identificación de las fuentes esenciales en el inventario nacional, los países pueden darle prioridad a los esfuerzos para mejorar sus estimaciones totales. Tal proceso lleva a mejorar la calidad, además de dar una mayor confianza en las estimaciones de sus emisiones.

Figura 1.1. Entidades participantes en las mesas de trabajo de cada uno de los Módulos

ENERGÍA	PROCESOS INDUSTRIALES	AGRICULTURA	USO DE LA TIERRA, CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	RESIDUOS
<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Minas y Energía Ministerio de Transporte Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol) Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS) Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) Distribuidores de combustibles: TERPEL, EXXON MOBIL y CHEVRON TEXACO Universidad Nacional de Colombia 	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial (MAVDT) Unidad Técnica de Ozono (UTO) Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol) Administrativo Nacional de Estadística (DANE) Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) Ministerio de Comercio (Base de datos BACEX) Departamento de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) Federación Colombiana de Industrias Metalúrgicas (FEDEMETAL) Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI): Cámara de pulpa, papel y cartón Asociación Colombiana de Productores de Plásticos (ACOPLASTICOS) Instituto Colombiano de Productores de Cemento (ICPC) Empresas: Abocol, Monómeros, Caldesa, Propal, Diaco, Siderúrgica Nacional, Acasa y Brinsa 	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) Corporación Autónoma Regional del Valle de I Sinú y San Jorge (CVS) Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía Gobernación del meta (Secretaría de agricultura y ganadería) Federación Ganadera de Córdoba (GANACOR) Centro Colombiano de Investigaciones Agropecuarias (CORPOICA) Federación Ganadera del Meta Universidad de Córdoba, Departamento de ciencias pecuarias Fondos Ganaderos de Córdoba y Meta Corporación Colombia Internacional 	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial (MAVDT) Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF) Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) Parques Nacionales de Colombia Jardín Botánico José Celestino Mutis Universidades Distrital, del Tolima y Nacional (sede Medellín) Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible Unidades Ambientales de grandes centros urbanos 	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial (MAVDT): Vice ministerio de Agua y Saneamiento Básico; y Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible Departamento Nacional de Planeación (DNP) Corporaciones Autónomas Regionales Universidad Nacional de Colombia, Programa de Investigación de residuos Sólidos Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Dirección Técnica de Aseo, Dirección Técnica de Alcantarillado

Fuente: IDEAM, 2008

Es importante resaltar que, en la medida en que se elaboren inventarios con un mejor grado de detalle y mayor periodicidad, se podrán precisar las tendencias de las emisiones de GEI, lo cual permite conocer los avances y visualizar los esfuerzos que se realizan en materia de mitigación de emisiones de GEI; así como sus posibles beneficios. Actualmente, Colombia cuenta con inventarios para los años 1990 y 1994; y el presente inventario estima los resultados para los años 2000 y 2004. En el Cuadro 1.1, se presentan las principales unidades, equivalencias y formas de expresión de uso común en la estimación y cálculos de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Cuadro 1.1. Unidades, equivalencias y formas de expresión común

Factor de multiplicación	Notación	Prefijo o Unidad	Símbolo	Otra forma de expresión
1 000 000 000 000 000	10 ¹⁵	peta	P	Miles de billones
1 000 000 000 000	10 ¹²	tera	T	Billones (millones de millones)
1 000 000 000	10 ⁹	giga	G	Miles de millones (en las expresiones estadounidenses equivale a billones)
1 000 000	10 ⁶	mega	M	Millones
1 000	10 ³	kilo	k	Miles
Las unidades de expresión común en el inventario de GEI				
	1	gramo	g	
	1	gigagramo	Gg	Miles de toneladas o kilotoneladas
	100 ³	gigagramos	Gg	100 millones de toneladas (megatoneladas)
	1	teragramo	Tg	Millones de toneladas o megatoneladas (Mt)

Fuente: Adaptado por los autores, 2009; tomado de diferentes fuentes.

1.3 RESULTADOS DEL INVENTARIO DE GEI PARA COLOMBIA

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los inventarios de gases de efecto invernadero para cada módulo, en esta sección se presenta una relación de las cifras obtenidas para los años 2000 y 2004, tanto en el ámbito interno del país como el regional y global.

1.3.1 Emisiones de GEI por módulo y categoría año 2000

Los resultados obtenidos para el año 2000 del inventario de gases de efecto invernadero (INGEI) para cada uno de los módulos se presentan en la Tabla 1.2.

Los detalles de las emisiones por GEI para cada una de las categorías calculadas dentro de los módulos se pueden observar en las tablas anexas al presente capítulo. Véase la Tabla A1.1, Resultados del inventario de gases de efecto invernadero año 2000.

1.3.2 Emisiones de GEI por módulo y categoría año 2004

En la Tabla 1.3, se presenta el resumen agregado de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) obtenidas para el año 2004; en esta tabla se presentan las categorías más relevantes según el aporte de emisiones obtenido a través del cálculo.

Con base en la tabla de las emisiones de GEI del año 2004, después del aporte de las actividades agrícolas (38%), la quema de combustibles fósiles (31% del total), representa en el módulo de Energía (37%) un significativo aporte en la emisión de GEI respecto a las emisiones totales.

Los detalles de las emisiones por GEI para cada una de las categorías calculadas dentro de los módulos, se pueden observar en las tablas anexas al presente capítulo. Véase la Tabla A.1.2, Resultados del inventario de gases de efecto invernadero año 2004.

1.3.3 Participación de cada módulo en las emisiones totales por año

La contribución de cada módulo (sector) en la emisión de GEI, tanto del primer inventario (1990 y 1994) como del segundo (2000 y 2004), se puede observar en la Figura 1.2 y Figura 1.3.

De la Figura 1.2, que presenta los valores de las emisiones en gigagramos, se puede apreciar el incremento anual similar en las emisiones totales derivadas de los módulos de Energía (930 Gg/año); Agricultura (938 Gg/año); Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (996 Gg/año); y en menor proporción, las emisiones provenientes del módulo de Residuos (432 Gg/año) y Procesos Industriales (312 Gg/año).

En la Figura 1.3, se presenta el reparto porcentual de cada módulo (sector) dentro del año del inventario. Al tomar los promedios de los años iniciales (1990 y 1994), respecto a los dos últimos años de inventario (2000 y 2004), se puede notar una disminución en la participación de los sectores de energía (-4,3%) y agricultura (-4,5%); cifras que se distribuyen principalmente en el incremento de los módulos de Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (+5,6%), y el resto en menor proporción en los Procesos Industriales (+1,0%) y Residuos (+1,9%).

Tabla 1.2. Principales Módulos y Categorías /Actividades aportantes de GEI, año 2000

Módulos y Categorías de fuentes y sumideros de Gases de Efecto Invernadero (2000)	CO ₂ equivalentes (Gg)	% de Participación respecto a las emisiones totales	% de Participación de la categoría respecto al módulo
TOTALES NACIONALES	177.575,35	100,00%	
1. ENERGÍA	65.507,35	36,89%	100,00%
1.A. Quema de combustibles fósiles	57.268,11	32,25%	87,42%
1.A.1. Consumo de combustibles fósiles en Industrias de Generación de Energía (centrales térmicas, autoprodutores, centros de tratamiento de gas, refinerías, altos hornos y coquerías)	16.845,83	9,49%	25,72%
1.A.2. Consumo de combustibles fósiles con fines energéticos en Industrias Manufacturera y Construcción.	13.940,66	7,85%	21,28%
1.A.3. Consumo de combustibles fósiles en el Sector Transporte (Aviación Nacional, Transporte por carretera, Transporte Ferroviario, Navegación Nacional).	19.987,37	11,26%	30,51%
1.A.4. Consumo de combustibles fósiles con fines energéticos en Otros sectores (Comercial / Institucional, Residencial, Agropecuario y Otros).	6.494,25	3,66%	9,91%
1.B. Emisiones Fugitivas.	7.523,64	4,24%	11,49%
1.B.1. Minería de carbón.	3.279,99	1,85%	5,01%
1.B.2. Petróleo y gas natural.	4.243,65	2,39%	6,48%
1.C. Quema de Biomasa.	715,60	0,40%	1,09%
2. PROCESOS INDUSTRIALES (Transformación física y química de materias primas).	7.343,99	4,14%	100,00%
2.A. Producción de minerales no metálicos (cemento y clinker, cal y usos del carbonato de sodio).	3.263,05	1,84%	44,43%
2.B. Producción de químicos (amoníaco, ácido nítrico, usos de carburo de calcio, negro de humo, coque y metanol).	482,70	0,27%	6,57%
2.C. Producción de metales (hierro, acero, aleaciones ferrosas y aluminio).	2.633,85	1,48%	35,86%
2.D. Uso de SF ₆ (uso de SF ₆ en equipos eléctricos).	717,00	0,40%	9,76%
2.E. Utilización de Sustitutos SAO. /Usos para: producción de spumas, como solventes, refrigeración móvil, refrigeración fija, aerosoles y extintores de incendios).	247,39	0,14%	3,37%
3. AGRICULTURA	65.169,47	36,70%	100,00%
3.A. Fermentación entérica (ganado bovino, búfalos, ovejas, cabras, caballos, mulas, asnos y cerdos).	30.928,80	17,42%	47,46%
3.B. Manejo del estiércol (bovinos, búfalos, ovejas, cabras, caballos, mulas, asnos, cerdos, aves de corral y almacenamiento en sólido).	1.137,67	0,64%	1,75%
3.C. Cultivos de arroz (irrigado y seco).	1.274,91	0,72%	1,96%
3.D. Suelos agrícolas (utilización de fertilizantes nitrogenados)	31.697,50	17,85%	48,64%
3.E. Quema prescrita de sabanas.	61,80	0,03%	0,09%
3.F. Quema en el campo de residuos agrícolas.	68,79	0,04%	0,11%
4. USO DE LA TIERRA, CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (USCUSS)	30.238,90	17,03%	100,00%
4.A. Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa.	6.412,76	3,61%	21,21%
4.B. Conservación de bosques y praderas.	16.639,67	9,37%	55,03%
4.C. Abandono de tierras cultivadas.	-150,47	-0,08%	-0,50%
4.D. Emisiones y absorciones de CO ₂ del suelo.	7.336,94	4,13%	24,26%
5. TRATAMIENTO DE RESIDUOS	9.315,64	5,25%	100,00%
5.A. Disposición de residuos sólidos (en tierra).	8.236,62	4,64%	88,42%
5.B. Tratamiento de aguas residuales (domésticas, comerciales e industriales).	391,44	0,22%	4,20%
5.C. Manejo de aguas servidas humanas.	687,58	0,39%	7,38%

Fuente: IDEAM, 2008.

Tabla 1.3. Principales Módulos y Categorías / actividades aportantes de GEI, año 2004

Módulos y Categorías de fuentes y sumideros de Gases de Efecto Invernadero (2004)	CO ₂ equivalentes (Gg)	% de Participación respecto a las emisiones totales	% de Participación de la categoría respecto al módulo
TOTALES NACIONALES	180.008,18	100,00%	
1. ENERGÍA	65.971,11	36,65%	100,00%
1.A. Quema de combustibles fósiles	56.208,44	31,23%	85,20%
1.A.1. Consumo de combustibles fósiles en Industrias de Generación de Energía (centrales térmicas, autoprodutores, centros de tratamiento de gas, refinерías, altos hornos y coquerías)	15.281,57	8,49%	23,16%
1.A.2. Consumo de combustibles fósiles con fines energéticos en Industrias Manufacturera y Construcción.	13.097,50	7,28%	19,85%
1.A.3. Consumo de combustibles fósiles en el Sector Transporte (Aviación Nacional, Transporte por carretera, Transporte Ferroviario, Navegación Nacional).	21.768,68	12,09%	33,00%
1.A.4. Consumo de combustibles fósiles con fines energéticos en Otros sectores (Comercial / Institucional, Residencial, Agropecuario y Otros).	6.060,69	3,37%	9,19%
1.B. Emisiones Fugitivas.	9.153,11	5,08%	13,87%
1.B.1. Minería de carbón.	4.617,27	2,57%	7,00%
1.B.2. Petróleo y gas natural.	4.535,84	2,52%	6,88%
1.C. Quema de Biomasa.	609,56	0,34%	0,92%
2. PROCESOS INDUSTRIALES Transformación física y química de materias primas	9.179,61	5,10%	100,00%
2.A. Producción de minerales no metálicos (cemento y clinker; cal y usos del carbonato de sodio)	3.505,93	1,95%	38,19%
2.B. Producción de químicos (amoníaco, ácido nítrico, usos de carburo de calcio, negro de humo, coque y metanol)	600,79	0,33%	6,54%
2.C. Producción de metales (hierro, acero, aleaciones ferrosas y aluminio)	3.782,41	2,10%	41,20%
2.D. Uso de SF ₆ (Uso de SF ₆ en equipos eléctricos)	717,00	0,40%	7,81%
2.D. Utilización de Sustitutos Sustancias Agotadoras de la capa de O ₃ . (Usos para: producción de spumas, como solventes, refrigeración móvil; refrigeración fija, aerosoles y extintores de incendios).	573,48	0,32%	6,25%
3. AGRICULTURA	68.565,58	38,09%	100,00%
3.A. Fermentación entérica (ganado bovino, búfalos, ovejas, cabras, caballos, mulas, asnos y cerdos).	33.258,54	18,48%	48,51%
3.B. Manejo del estiércol (bovinos, búfalos, ovejas, cabras, caballos, mulas, asnos, cerdos, aves de corral y almacenamiento en sólido).	1.187,91	0,66%	1,73%
3.C. Cultivos de arroz (irrigado y seco).	1.372,14	0,76%	2,00%
3.D. Suelos agrícolas (utilización de fertilizantes nitrogenados)	32.593,40	18,11%	47,54%
3.E. Quema prescrita de sabanas.	61,80	0,03%	0,09%
3.F. Quema en el campo de residuos agrícolas.	91,79	0,05%	0,13%
4. USO DE LA TIERRA, CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (USCUSA)	26.014,53	14,45%	100,00%
4.A. Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa.	2.130,90	1,18%	8,19%
4.B. Conservación de bosques y praderas.	16.639,67	9,24%	63,96%
4.C. Abandono de tierras cultivadas.	-100,39	-0,06%	-0,39%
4.D. Emisiones y absorciones de CO ₂ del suelo.	7.344,35	4,08%	28,23%
5. TRATAMIENTO DE RESIDUOS	10.277,35	5,71%	100,00%
5.A. Disposición de residuos sólidos (en tierra).	9.048,25	5,03%	88,04%
5.B. Tratamiento de aguas residuales (domésticas, comerciales e industriales).	457,82	0,25%	4,45%
5.C. Manejo de aguas servidas humanas.	771,28	0,43%	7,50%

Fuente: IDEAM, 2008.

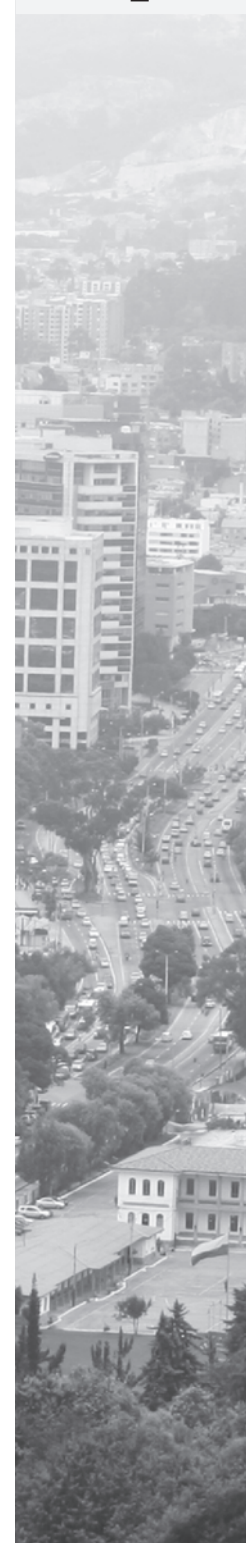
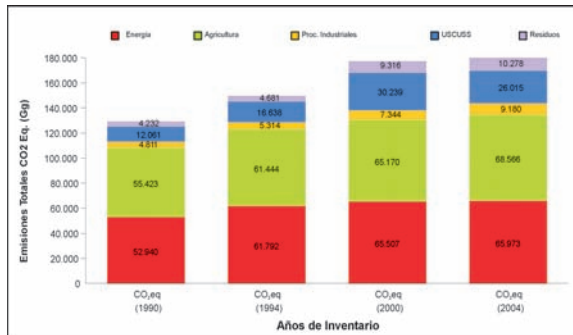
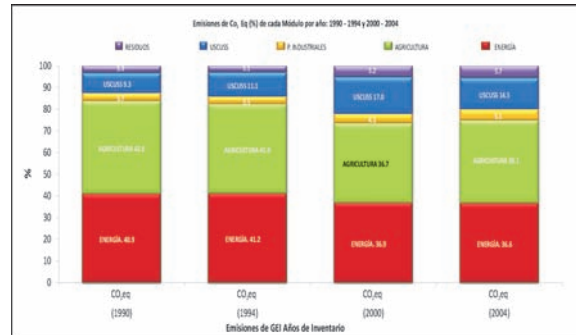


Figura 1.2. Emisiones totales GEI en CO₂ eq por Módulo y año



Fuente: Los autores, 2009

Figura 1.3. Reparto de emisiones totales de GEI por módulo



Fuente: Los autores, 2009

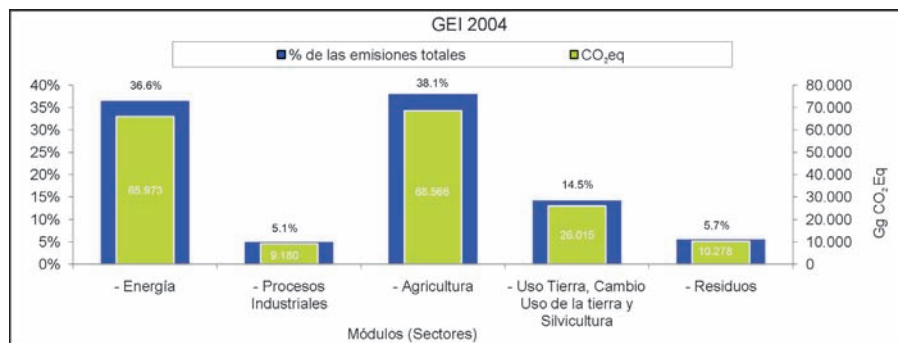
Los valores de las emisiones de CO₂ eq por sector con sus respectivos porcentajes para el año 2004, se presentan en la Figura 1.4.

Algunos de estos cambios reflejan no sólo el aumento neto de emisiones del país, sino una mayor y mejor investigación en el inventario de GEI, lo cual se traduce en la incorporación y precisión de información para los cálculos correspondientes.

De la Figura 1.4, que ilustra la participación en porcentaje en el año 2004, junto con el aporte en gigagramos de los diferentes módulos o sectores en las emisiones totales de GEI en unidades de CO₂ eq. Se destaca lo siguiente:

- La alta participación de los Módulos de agricultura (38,1%) y Energía (36,6), respecto al total de las emisiones nacionales, que en similares proporciones alcanzan entre los dos, el 75% del total de las emisiones.
- El aporte significativo de las actividades agropecuarias (38%), las cuales, junto con el Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (USCUISS, 14%), suman 52%, respecto a las emisiones totales (94.568 Gg de CO₂ eq). Es preciso anotar que en el Módulo de agricultura están incluidas las actividades agrícolas y ganaderas, por lo tanto, el análisis conlleva al contexto agropecuario, según las denominaciones de estas actividades en Colombia.
- El aporte de emisiones similares en unidades de CO₂ eq, de los Módulos de procesos industriales (5,1%) y Residuos (5,7%), con respecto al total emitido en el año 2004.

Figura 1.4. Participación de cada módulo (sector) y emisión total de GEI año 2004



Fuente: Los autores, 2009

1.3.4 Emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo

Las emisiones mundiales de GEI han crecido en el mundo desde la época preindustrial, observándose un incremento del 70% entre 1970 y el 2004. La tasa de crecimiento de las emisiones en unidades de CO₂ eq fue de 0,92 gigatoneladas por año durante la década de 1995 a 2004, mientras que en la década de 1970 a 1994, alcanzó 0,43 gigatoneladas por año⁵. En el Cuadro 1.2, se destacan los principales cambios observados en el clima y sus efectos.

Cuadro 1.2. Principales cambios observados en el clima y sus efectos

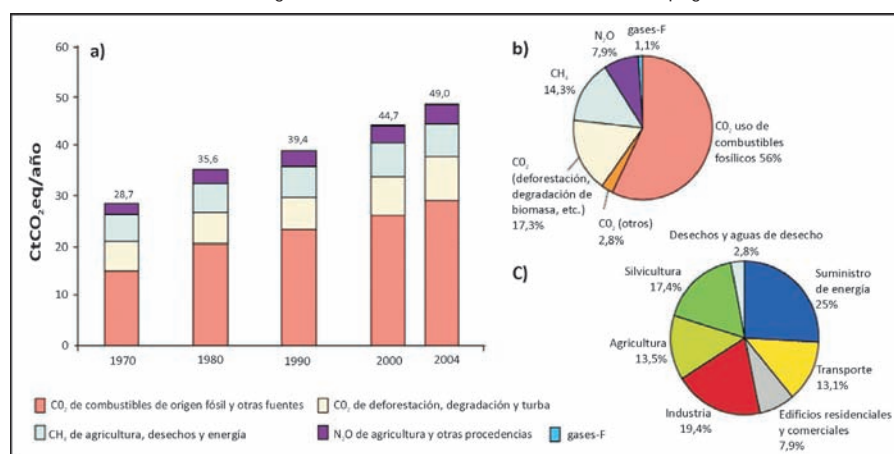
De los doce últimos años (1995-2006), once figuran entre los doce más cálidos en los registros instrumentales de la temperatura de la superficie mundial (desde 1850). La tendencia lineal a 100 años (1906-2005), cifrada en 0,74°C [entre 0,56°C y 0,92°C] es superior a la tendencia correspondiente de 0,6°C [entre 0,4°C y 0,8°C] (1901-2000) indicada en el Tercer Informe de Evaluación (TIE). Este aumento de temperatura está distribuido por todo el planeta y es más acentuado en las latitudes septentrionales superiores. Las regiones terrestres se han calentado más aprisa que los océanos.

Las cifras entre corchetes indican un intervalo de incertidumbres del 90% en torno a una estimación óptima, es decir, una probabilidad estimada de 5% de que su valor real supere el intervalo señalado entre corchetes, y una probabilidad de 5% de que dicho valor sea inferior. Los intervalos de incertidumbre no son necesariamente simétricos en torno a la estimación óptima correspondiente.

Fuente: IPCC, 2007. Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza: 2008. p. 2.

En el contexto global, el total emitido en el año 2004 fue de 49 gigatoneladas (Gt) de CO₂ eq (ó 49.000 millones de toneladas), donde la emisión de CO₂ por el uso de combustibles fósiles alcanzó el 56,6%; seguido por la emisión de CO₂ por la deforestación y degradación de biomasa (17,3%), la emisión de metano (14,3%), óxido nitroso (7,9%), CO₂ de otras procedencias (2,8%) y gases con flúor (1,1%). La participación sectorial del total emitido se distribuyó de la siguiente forma: suministro de energía (25,9%), transporte (13,1%), edificios residenciales y comerciales (7,9%), industria (19,4%), agricultura (13,5%), silvicultura (17,4%) y manejo de desechos y aguas residuales (2,8%). En la Figura 1.5, se presentan las proporciones antes mencionadas de las emisiones para cada sector.

Figura 1.5. Emisiones mundiales de GEI antropógenos



Fuente: IPCC, Fourth Assessment Report (AR4), Synthesis Report.
Fuente: IPCC, 2007. Cuarto informe de evaluación. Síntesis del informe.

5 IPCC, Climate change 2007, Synthesis Report, p. 5.

1.3.5 Emisiones de Colombia frente al total mundial y regional

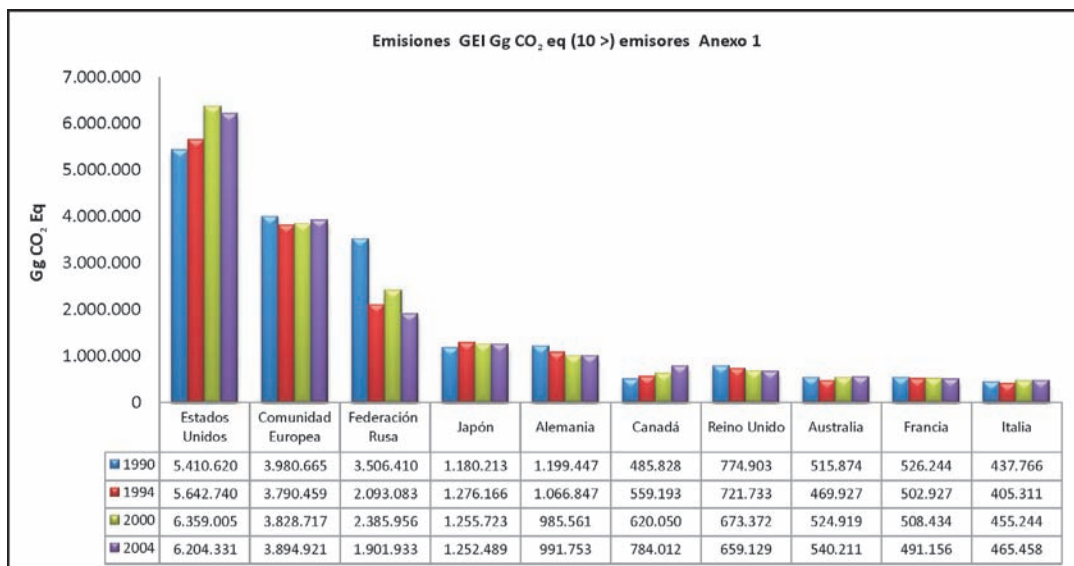
De acuerdo con el presente inventario estimado para el año 2004, Colombia aporta el 0,37% (180.010 Gg) del total emitido en el mundo (49 gigatoneladas).

Con base en los resultados de emisiones de gases de efecto invernadero, encontrado en la página WEB de la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), se tienen los datos por año de cada país, tanto para las partes del Anexo I, como países no partes del Anexo I.

La evolución por año (1990, 1994, 2000 y 2004) de las emisiones totales, en unidades de CO₂ equivalentes, de los principales países emisores del Anexo I, se muestra en la Figura 1.6. De dicha presentación se destacan los aportes significativos de los tres estados o naciones agregadas (Estados Unidos, Comunidad Europea y Federación Rusa). Asimismo, vale destacar la relativa estabilidad de la Comunidad Europea y el descenso de la Federación Rusa, respecto al año 1990.

La Figura 1.6 permite hacer una reflexión general del monto de emisiones colombianas (180.010 Gg de CO₂ eq) frente a dichos países desarrollados.

Figura 1.6. Emisiones totales de CO₂ eq con USCUS de los principales países del Anexo I



Fuente: Los autores, 2009. Con datos de la UNFCCC, consultados en abril de 2009. En: http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/time_series_annex_i

La participación de los principales gases de efecto invernadero (en CO₂ eq) a través de los años 1990, 1995, 2000 y 2005; de todo el globo (sin incluir el Uso del suelo, cambio del uso de suelo y silvicultura, USCUS: por su sigla en español) se muestra en la Figura 1.7.

Del promedio de los datos compilados por el Instituto de los Recursos Naturales (WRI), versión 6, 2009, se encuentra que la emisión de CO₂ (72%), domina ampliamente a los otros gases: metano (18%), óxido nítrico (9%). El 1% restante se compone de los gases perfluorocarbonos (PFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆)⁶. Una visión de la participación de estos gases en unidades de CO₂ equivalentes, sin el USCUS, se puede ver en la Figura 1.8.

6 Cifras compiladas a con base en la información de: WRI. (CAIT), version 6. Washington: 2009.

Figura 1.7. Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O global sin USCUS

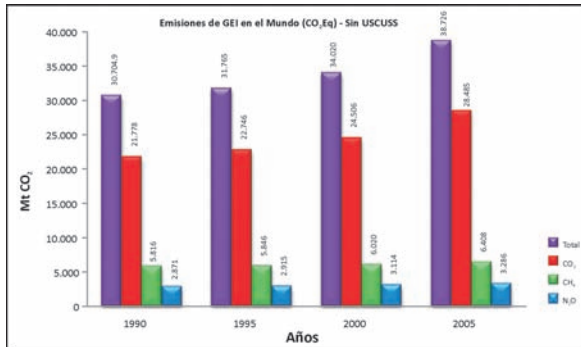
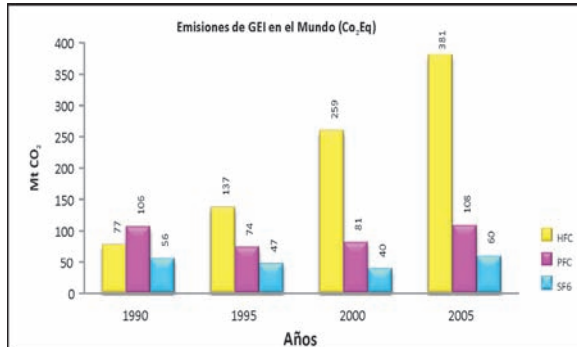


Figura 1.8. Emisiones de PFC, HFC y SF₆ en el mundo



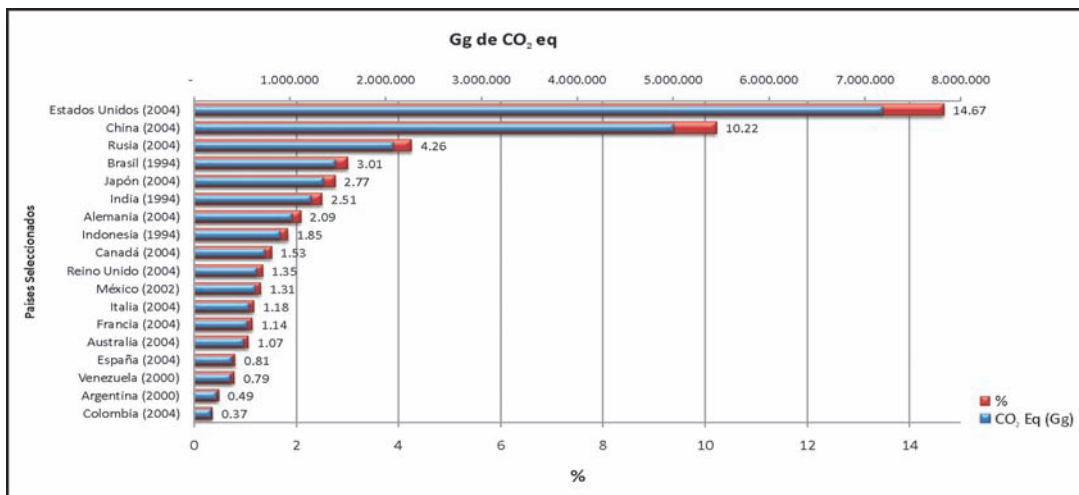
Fuente: Los autores, 2009. Con datos del Instituto de Recursos Mundiales (WRI). Climate Analysis Indicator Tool (CAIT). Version 6. Washington, 2009.

En la Figura 1.8 se puede observar el incremento de las emisiones de CO₂ eq de los hidrofluorocarbonos (HFC) y el comportamiento relativamente estable de perfluorocarbonos (PFC) y del hexafluoruro de azufre (SF₆), gases estos, que tienen un potencial de calentamiento mucho más elevado que los HFC, cuyo promedio es de alrededor de dos y siete veces mayor, respectivamente. Al comparar las cifras del total emitido por Colombia en el año 2004, y presentar las emisiones de algunos países, podemos resaltar los siguientes aspectos:

- La significativa diferencia de los principales países emisores de GEI, respecto al resto de países.
- Entre los Estados Unidos y China, se encuentra el 25% de las emisiones totales del globo.

En la Figura 1.9 se presentan las emisiones totales de dióxido de carbono en unidades de CO₂ equivalentes de Colombia, donde se relacionan, además, algunos países que tienen una participación significativa dentro del contexto mundial.

Figura 1.9. Participación de Colombia respecto a las emisiones mundiales de GEI



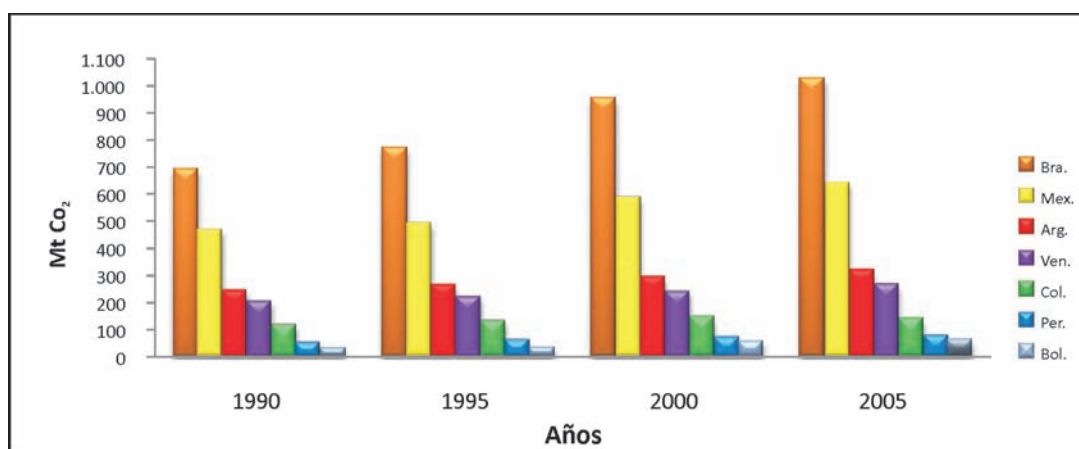
Fuente: Elaborado por el IDEAM con base en las comunicaciones nacionales y otras fuentes de información

1.3.6 Emisiones totales de Colombia frente a los reportes de otros países de América Latina

Teniendo en cuenta los valores de emisiones de GEI, acopiados tanto del Instituto de los Recursos Naturales (WRI), a través de su herramienta para el análisis de los indicadores del clima (CAIT), versión 6, del año 2009, como la información compilada de la página de la Secretaría, se realizan las siguientes consideraciones.

En la Figura 1.10 se puede observar el comportamiento de las emisiones calculadas para los años 1990 a 2005 para algunos de los países más emisores de GEI de Latinoamérica: Brasil, México, Argentina, Venezuela, Colombia, Perú y Bolivia; ubicándose Colombia en la quinta posición dentro del periodo confrontado.

Figura 1.10. Principales países emisores de GEI en América Latina (sin USCUS). Años 1990 a 2005



Fuente: Los autores, 2009. Con base en los datos del Instituto de los Recursos Mundiales (WRI) Climate Analysis Indicators Tool (CAIT). Version 6. Washington, 2009.

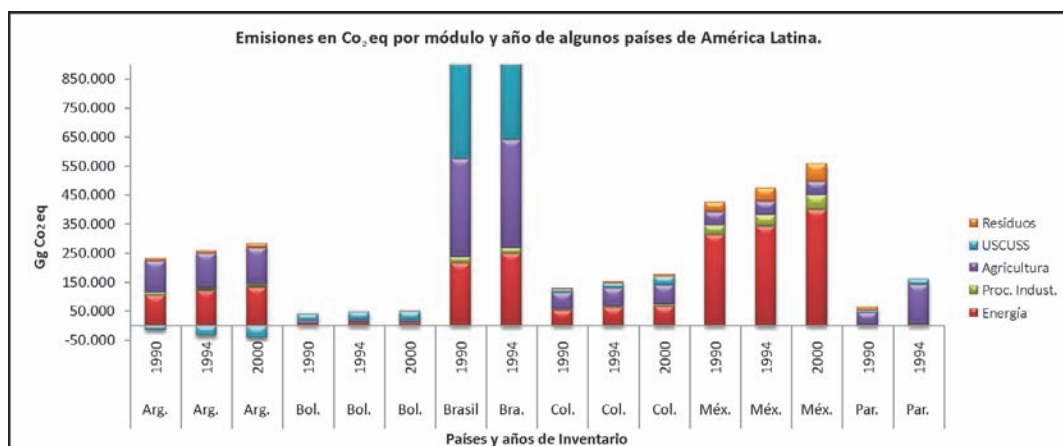
En la Figura 1.11, se muestra el comportamiento a través de los años (90, 94, 00 y 04) de las emisiones por módulo (sector) de algunos países de América Latina. En dicha figura se puede apreciar el peso significativo del Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura en Brasil. Adicionalmente, se destacan las emisiones por el sector energético en México, las cuales muestran un valor e incremento por encima de Brasil y Argentina. En Colombia, si bien se distancia de las emisiones con respecto a los más emisores, es significativa la participación en los sectores energético y agrícola.

De la Figura 1.11, se destacan las cifras significativas de Brasil respecto a los módulos de USCUS y Agricultura en el contexto Latinoamericano. Por tal razón, para facilitar la lectura, además de la comparación con países más similares en cuanto al comportamiento de las emisiones en el contexto de América Latina, se excluye a dicho país en las siguientes figuras.

En la Figura 1.12 se puede ver el comportamiento de las emisiones de algunos países de Latinoamérica a través de los años (1990 a 2000), donde se aprecia la tendencia al crecimiento de la mayoría de los países, con excepción de Uruguay.

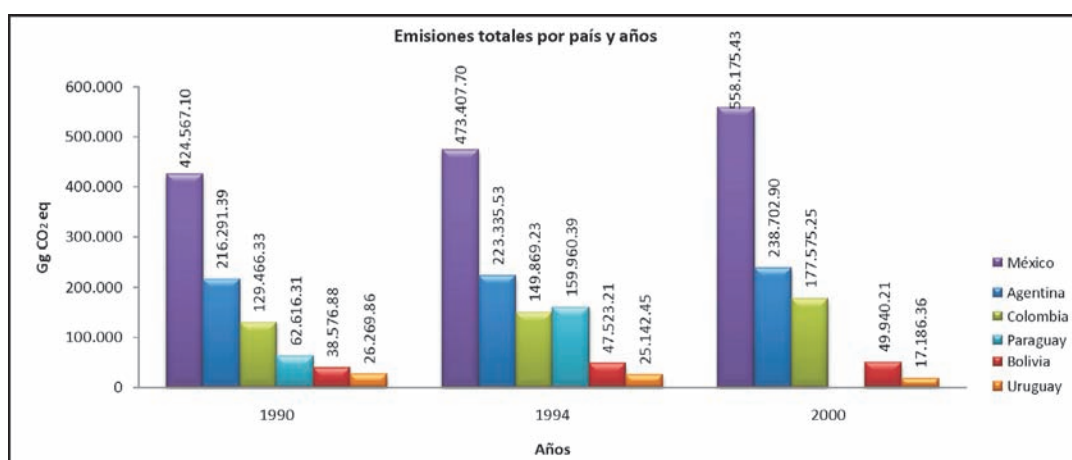
En la Figura 1.13, se destaca la ubicación de Colombia (5º) entre otros países de Latinoamérica, encontrándose una gran distancia con países como Brasil y México. Al respecto, es necesario destacar la relación directa entre Emisiones de GEI y el Producto Interno Bruto expresado en la Paridad del Poder Adquisitivo (PPP por sus siglas en inglés), el cual se analiza más adelante, teniendo en cuenta las emisiones de CO₂ eq per cápita.

Figura 1.11. Comportamiento de las emisiones por módulo y años de algunos países de Latinoamérica



Fuente: Los autores, con información compilada de UNFCCC, 2009⁷.

Figura 1.12. Emisiones totales por año de GEI de algunos países de América Latina (con USCUS).



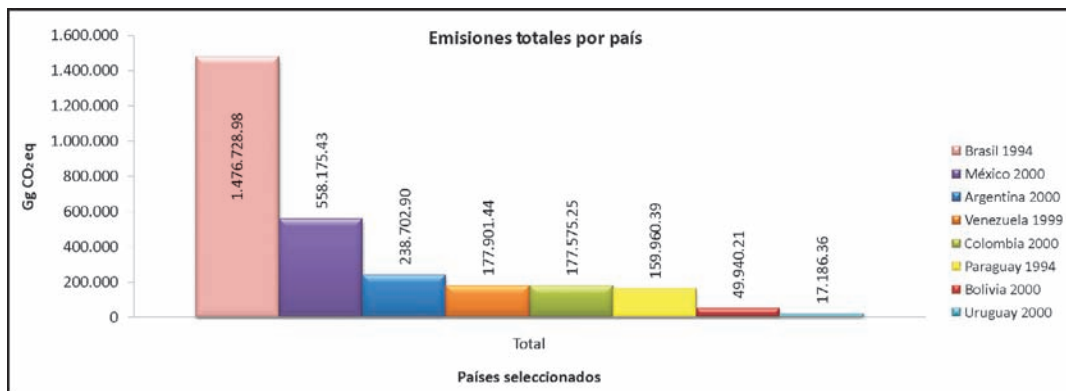
Fuente: Los autores, con información compilada de UNFCCC, 2009⁷.

Al ampliar el número de países de Latinoamérica y observar la participación de GEI, respecto al total en unidades de CO₂ equivalentes y emisiones per cápita, se puede ver en la Figura 1.14, la ubicación de algunos países de América Latina frente al conjunto mundial, según las cifras del WRI, 2009.

De esa manera, con respecto al año 2000, Colombia, una vez realizados los ajustes en las cifras de emisiones (concordantes con el presente documento), con un 4,4 t CO₂ eq/persona estaría cerca de la posición de otros países como Uruguay (4,6 t CO₂ eq/persona) y Costa Rica (5,4 t CO₂ eq/persona); pero distante de Paraguay (10,1 t CO₂ eq/persona), Panamá (19,4 t CO₂ eq/persona), Bolivia (16,9 t CO₂ eq/persona), Brasil (13,4 t CO₂ eq/persona), Ecuador (7,9 t CO₂ eq/persona), México (7,0 t CO₂ eq/persona), por ejemplo.

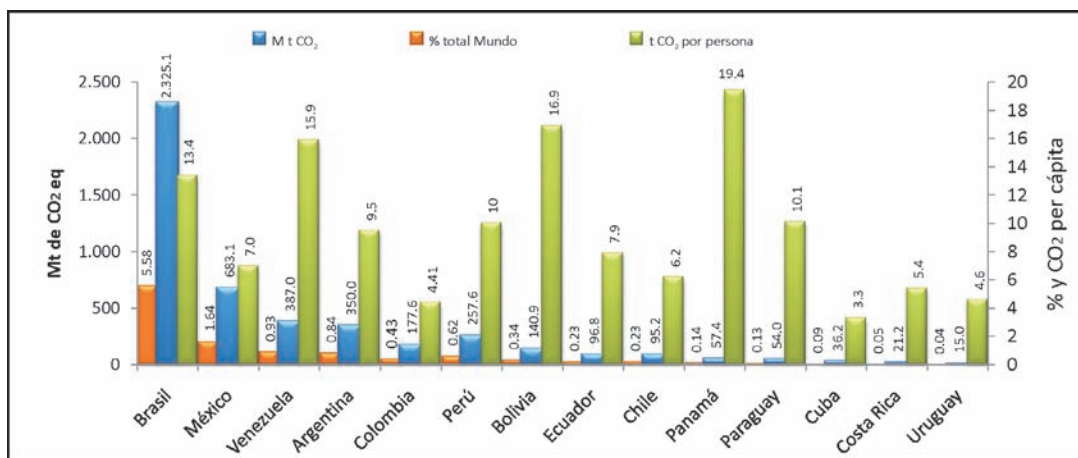
7 (UNFCCC, 2009), Disponible en: <http://unfccc.int/di/DetailedByParty.do>

Figura 1.13 Emisiones totales de GEI de algunos países de América Latina (con USCUS)



Fuente: Los autores, con información compilada de UNFCCC, 2009.

Figura 1.14. Participación de Colombia comparado con las emisiones de países de Latinoamérica



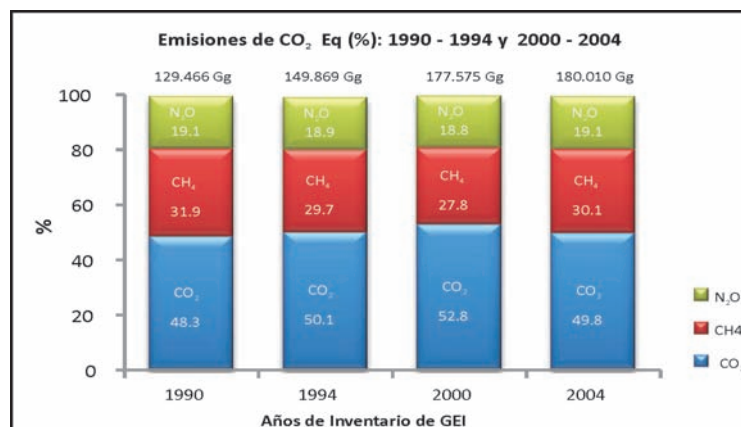
Fuente: Los autores, 2009. Con datos del Instituto de los Recursos Mundiales (WRI). Climate Analysis Indicator Tool (CAIT). Version 6. Washington, 2009. Ajustado en los datos para Colombia.

1.3.7 Gases más representativos en el país y totales emitidos por año

Con referencia al peso o representatividad del aporte de cada uno de los gases de efecto invernadero (GEI), alrededor del 99% de las emisiones colombianas, en unidades de CO₂ equivalentes, se componen de dióxido de carbono (50%), metano (30%) y óxido nítrico (1%); quedando el 1% para el resto de gases que causan efecto de invernadero y que no están dentro del Protocolo de Montreal (halocarbonos y hexafluoruro de azufre). En la Figura 1.15 se puede apreciar la distribución porcentual para los cuatro años del inventario de GEI. Luego, en la Figura 1.16, se presenta el detalle de todos los gases y su participación en el año 2004.

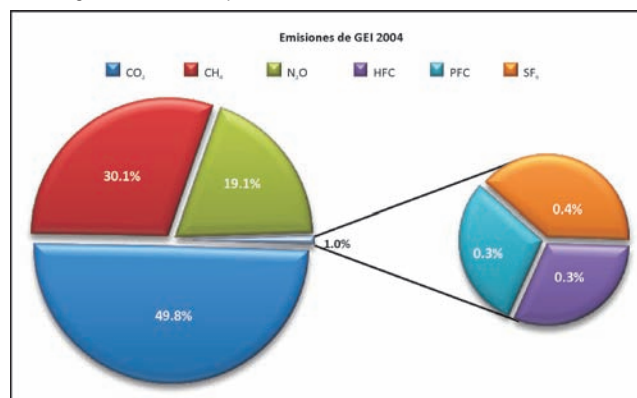
Con base en los inventarios adelantados por el país para los años 1990 (129.466 Gg de CO₂ eq), 1994 (149.869 Gg de CO₂ eq), 2000 (177.575 Gg de CO₂ eq) y 2004 (180.010 Gg de CO₂ eq), si bien se aprecia un aumento en valores absolutos en las emisiones, es preciso mencionar que la tasa de variación anual viene descendiendo, con valores que van del orden del 3,94% para el primer lapso (1990 a 1994); y 2,79% para el intervalo 2000 - 2004.

Figura 1.15. Participación de los principales del GEI en Colombia



Fuente: Los autores, 2009

Figura 1.16. Participación de los GEI en Colombia. Año 2004



Fuente: Los autores, 2009

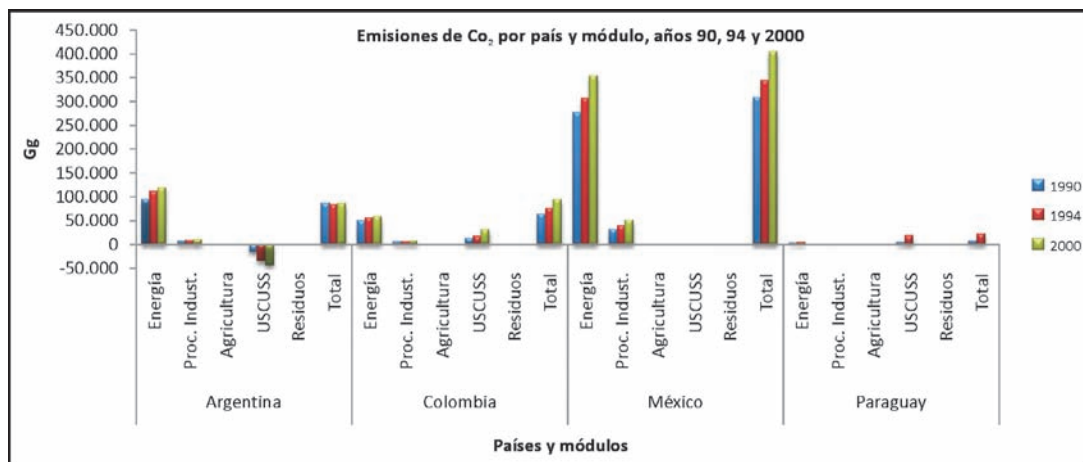
Si se comparan las anteriores figuras con las presentadas para el contexto mundial, se puede advertir cómo la composición de las emisiones colombianas de CO₂ son menores que las de los países más desarrollados (alrededor del 22%), y presentamos valores promedio mayores en metano (12%) y en óxido nitroso (10%). Tal composición se explica, en parte, por el uso de combustibles fósiles en los países más desarrollados, contrario a lo que ocurre con los países con mayor dependencia del sector agropecuario, donde el metano y el óxido nitroso tienen un mayor peso porcentual.

Adicionalmente, al realizar la confrontación de las emisiones de Colombia por tipo de gas para los años 1990, 1994 y 2000, frente a otros países de Latinoamérica, podemos resaltar lo siguiente, con base en las figuras 1.17 a 1.19: El relativo distanciamiento en las emisiones de CO₂ de Colombia con respecto a países con mayor desarrollo industrial, como México, el cual se ve representado con mayor peso en el sector energético, mientras que Colombia tiene una matriz energética que se fundamenta en hidroenergía (alrededor del 78%).

Con respecto a las emisiones de CH₄, se puede observar una relativa estabilidad en los resultados obtenidos de los inventarios de los años 1990, 1994 y 2000, en países como Argentina, Colombia y México. Véase la Figura 1.18.

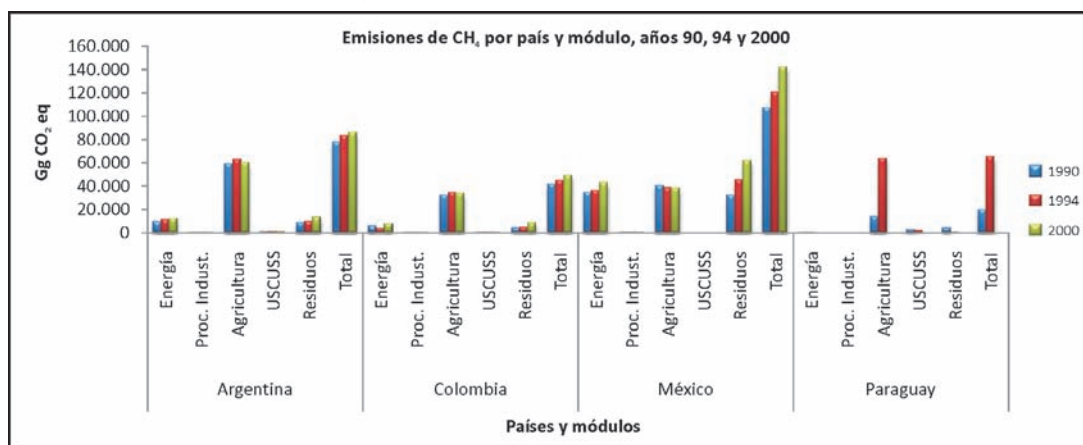
Al comparar las emisiones de N₂O, se encuentra un comportamiento similar en el incremento registrado en el sector agrícola para los inventarios de 1990, 1994 y 2000, para Argentina y Colombia; mientras Paraguay muestra un incremento de más del doble en dicho sector. Véase la Figura 1.19

Figura 1.17. Emisiones de CO₂ en cada módulo (sector) de algunos países de Latinoamérica



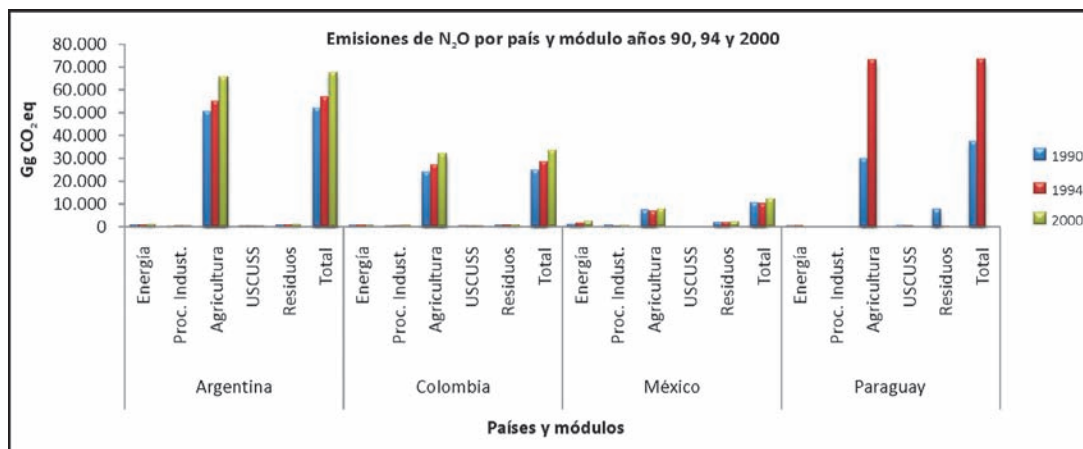
Fuente: Los autores, con información compilada de UNFCCC, 2009.

Figura 1.18. Emisiones de CH₄ en CO₂ eq de cada módulo (sector) de algunos países de Latinoamérica



Fuente: Los autores, con información compilada de UNFCCC, 2009.

Figura 1.19. Emisiones de N₂O en CO₂ eq de cada módulo (sector) de algunos países de Latinoamérica

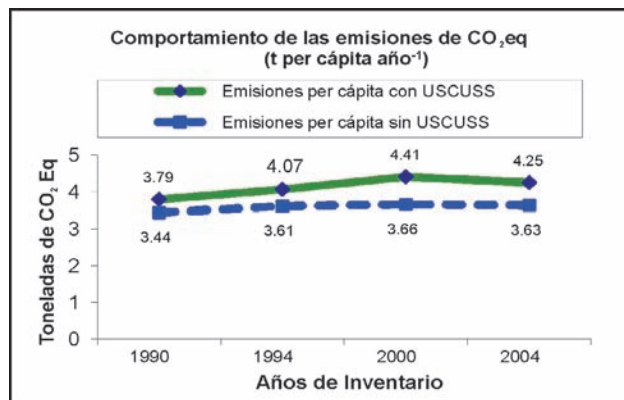


Fuente: Los autores, con información compilada de UNFCCC, 2009.

Al comparar la distribución porcentual de los tres gases principales (N_2O , CH_4 y CO_2) con los datos compilados por la UNFCCC para algunos países de Latinoamérica, encontramos una mayor proporción en los aportes de CH_4 y N_2O en los países donde se desarrollan más las actividades agropecuarias, como Argentina, Paraguay y Colombia.

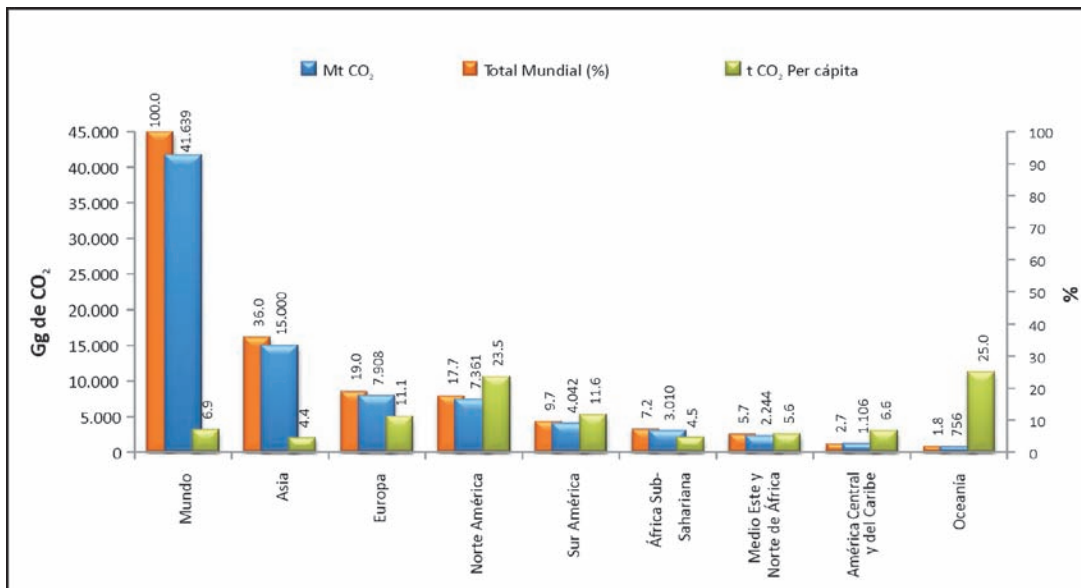
El desempeño colombiano de las emisiones per cápita ($t\ CO_2\ eq$ per cápita año⁻¹) sin el Módulo de uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (USCUSS) para los años 1990 (3,44), 1994 (3,61), 2000 (3,66) y 2004 (3,63 $t\ CO_2\ eq$ per cápita año⁻¹) se expone en la Figura 1.20. Después de esta gráfica se muestran los datos compilados por regiones mundiales, sin contabilizar el módulo del Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura. Al comparar las cifras de Colombia en el año 2000 (3,66 $t\ CO_2\ eq$ /persona) con los reportes de las diferentes regiones del mundo, podemos ubicar las emisiones de Colombia (per cápita) por debajo del valor medio mundial, y muy distante de los valores registrados por el WRI en el año 2000 para Europa, Asia y Norteamérica. Véase la Figura 1.21.

Figura 1.20. Emisiones per cápita de GEI en Colombia en $CO_2\ eq$



Fuente: Los autores, 2009.

Figura 1.21. Emisiones per cápita de GEI en regiones año 2000



Fuente: Los autores, 2009. Con datos del WRI. Climate Analysis Indicator Tool (CAIT). Version 6. Washington, 2009

Con el fin de comparar las emisiones per cápita de Colombia con respecto al producto interno bruto (PIB), se utilizó el indicador económico basado en la paridad del poder adquisitivo (PPP por sus siglas en inglés)⁸.

Si bien tanto el producto interno bruto (PIB) per cápita (en USD de paridad de poder adquisitivo, PPP) como el PIB total en PPP de Colombia muestran un incremento anual (según los años de inventario), las emisiones de CO₂ eq por dólar de PIB en PPP, registran una disminución entre los años de inventario (-2,97% entre 1990 y 1994), siendo especialmente significativa para el periodo 2000 a 2004 (-4,40%). Véase la Figura 1.22 y la Figura 1.23. Tal comportamiento se puede explicar por el mayor aumento relativo registrado del PIB en el último periodo, frente a la reducción en la variación porcentual negativa (-0,9%) de las emisiones per cápita entre los años 2000 y 2004.

En otras palabras, desde 1990, Colombia viene emitiendo menos emisiones por cada dólar del PIB per cápita (en paridad de poder adquisitivo, PPP); es decir, que se emitieron menos gases de efecto invernadero por persona en el último periodo (2000 a 2004) por cada dólar del PIB del país (en paridad de poder adquisitivo, PPP).

Figura 1.22. PIB per cápita y PIB Total en PPP⁹ (USD)

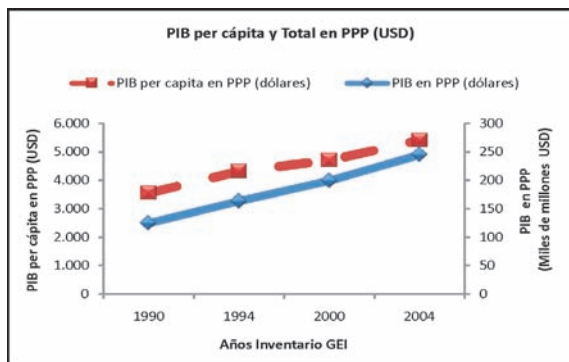
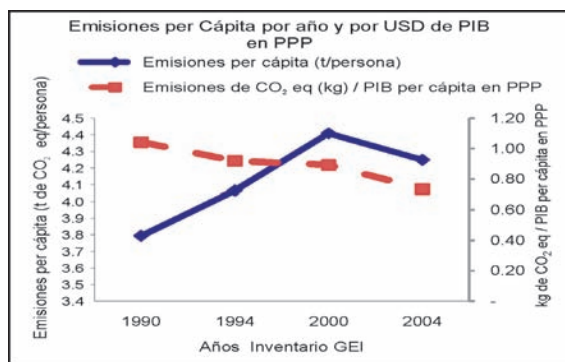


Figura 1.23. Emisiones per cápita y kg de CO₂ eq / USD del PIB



Fuente: PIB año 1990, Banco de la República. Grupo de estudios de crecimiento económico colombiano. El desempeño macroeconómico colombiano. Series estadísticas (1905 - 1997). Emisiones obtenidas del INGEI, IDEAM, 2008.

De otra parte, según el Instituto de los Recursos Mundiales (WRI, versión 5, 2008), las emisiones totales *per cápita* de gases efecto invernadero en América Latina y el Caribe fueron 9,9 toneladas de CO₂ equivalentes (año 2000) per cápita, incluyendo el cambio del uso de la tierra, mientras el promedio mundial llegó a 7,2 t CO₂ eq. Al tomar estas cifras de emisión por persona año como referencia, significa que Colombia (4,25 t CO₂ eq/persona) emite un 41% menos con respecto a las cifras mundiales y un 57% más bajo que el promedio latinoamericano. Véase la Tabla 1.4.

Tabla 1.4. Comparación de emisiones GEI, años 1990 y 2000; Mundial - América Latina y el Caribe - Colombia

Emisiones anuales de GEI		1990			2000		
		Mundo	América Latina y el Caribe	Colombia	Mundo	América Latina y el Caribe	Colombia
Emisiones sin cambio de uso del suelo	Total de MtCO ₂ Eq	33 296,60	2 152,10	117,39	35 865,20	2 766,90	147,34
	Porcentaje del total mundial	100,00%	6,46%	0,35%	100,00%	7,71%	0,41%
	1 CO ₂ eq por cápita	6,3	4,9	3,4	5,9	5,4	3,66
Emisiones con cambio de uso del suelo	Total de MtCO ₂ Eq	41 213,70	5 511,70	129,46	43 483,90	5 124,10	177,58
	Porcentaje del total mundial	100,00%	13,37%	0,31%	100,00%	11,78%	0,41%
	1 CO ₂ eq por cápita	7,8	12,6	3,8	7,2	9,9	4,4

Fuente: Los autores, 2009. Con datos del Instituto de los Recursos Mundiales (WRI). Climate Analysis Indicator Tool (CAIT). Version 5.0. Washington, 2008, complementada en el campo correspondiente de Colombia

8 La paridad del poder adquisitivo (PPA) o purchasing power parity (PPP) es un indicador económico que compara de una manera realista el nivel de vida entre distintos países, tomando como referencia el Producto Interno Bruto per cápita en términos del costo de vida de cada país, respecto a una canasta de precios de los Estados Unidos. Por esta razón, permite realizar comparaciones de las emisiones de GEI per cápita, en términos de CO₂ equivalente entre los diferentes países. Adaptado de Taylor, A. & Taylor, M. Working paper 10607, y de Index mundi.com.

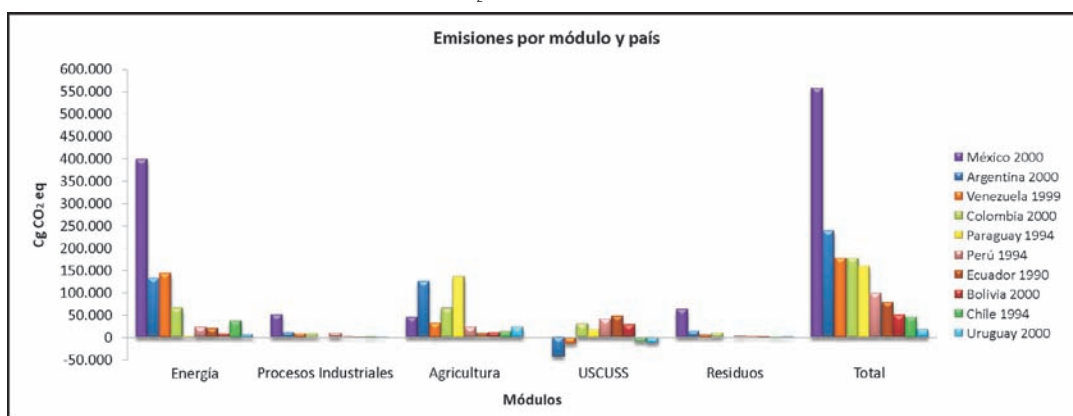
9 La PPP colombiana se tomó de: http://www.indexmundi.com/colombia/gdp_purchasing_power_parity.html.

En el conglomerado de Suramérica se debe tener en cuenta el peso significativo que involucra el aporte de Brasil, en cuanto al módulo del Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura, dada la dinámica existente en las extensas áreas de bosques que posee este país. Véase la Tabla 1.4, que compara las emisiones de gases efecto invernadero, años 1990 y 2000, donde se muestran las emisiones del mundo, América Latina y el Caribe, y Colombia. La Figura 1.21, es otra imagen que permite la comparación.

A continuación se realiza una síntesis por módulo, de los resultados obtenidos en la estimación del inventario de GEI de Colombia para los años 2000 y 2004.

La comparación de las emisiones de Colombia en el año 2000, con las emisiones de otros países de Latinoamérica entre los diferentes módulos, se puede observar en la Figura 1.24.

Figura 1.24. Participación de las emisiones de CO₂ eq de cada módulo (sector) de algunos países de Latinoamérica



Fuente: Los autores, con información compilada de UNFCCC, 2009.

De la Figura 1.24 se resalta la preponderancia de México, seguido por Venezuela y Argentina, en las emisiones de CO₂ eq, derivadas del sector energético. Las emisiones de Colombia en el contexto Latinoamericano para el año 2000, sobresalen en el sector agrícola, no obstante por debajo de las registradas por Paraguay (1994) y Argentina (2000) - Brasil no se incluyó debido a su significativo aporte de emisiones. Como se observa, México presenta emisiones muy por encima del resto de países latinoamericanos. Se encuentra un segundo grupo liderado por Argentina y dentro del cual se aprecia una estrecha diferencia entre Colombia (2000) y Venezuela (1999), seguidos por Paraguay (1994). Por último, se observa un tercer grupo con menores emisiones, como son: Perú (1994), Ecuador (1990), Bolivia (2000) y Chile (1994).

A continuación se presentan los resultados y conclusiones presentadas para cada uno de los módulos.

1.3.8 Información, metodología y resultados del Módulo de energía

En el Módulo de energía se agrupan las actividades humanas que utilizan materias primas, principalmente combustibles fósiles para la producción y uso de energía, en el cual se encuentran las categorías denominadas quema de combustibles fósiles, emisiones fugitivas y quema de biomasa.

1.3.8.1 Información disponible

Respecto a la disponibilidad de información para el cálculo de las emisiones de GEI en el Módulo de energía se destaca lo siguiente:

Se dispuso de la información necesaria para estimar las emisiones por quema de combustibles mediante las metodologías del nivel 1, que suministra el Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Esta información se revisó y ajustó a los requerimientos del cálculo, con el fin de disminuir la incertidumbre por efectos de interpretación de definiciones.

Para las metodologías de nivel 1, la fuente principal de información son los Balances Energéticos Nacionales (BEN), suministrados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Otra fuente importante de información es la Empresa Colombiana de Petróleos -Ecopetrol S.A.-, en cuanto a las características de los combustibles, la venta de estos para la aviación internacional y la producción en refinerías de los derivados de petróleo, para el cálculo del carbono almacenado.

Para la estimación de GEI por emisiones fugitivas, la fuente principal de información es la suministrada por Ingeominas, Ecopetrol S.A. y la UPME, en producción de carbón mineral, refinación del petróleo y centros de tratamiento de gas natural.

Para realizar el cálculo mediante las metodologías detalladas (nivel 2), se requiere información más precisa sobre el uso de combustibles y tecnologías de combustión, y de control de emisiones en el sector industrial y de transporte. Para el presente inventario no fue posible estimar emisiones para el módulo de energía por metodologías de nivel 2. Para ello, se requiere precisar y concretar con las instituciones¹⁰ que por función han venido recopilando esta información, referente al ajuste del proceso de la captura, incluyendo la exhaustividad, para lograr obtener la información con el nivel de detalle necesario para aplicar las metodologías de nivel 2.

1.3.8.2 Metodología

En el Módulo de energía se evaluaron las metodologías, además de realizar un ejercicio de revisión de la congruencia de las denominaciones de los combustibles propuestos por el IPCC, con las denominaciones nacionales, para homologarlas de acuerdo con los nombres comerciales usados en el país. Dicho ejercicio incluyó la identificación de los combustibles que no son usados en Colombia.

Las estimaciones de emisiones del módulo se efectuaron por dos metodologías del nivel 1 propuestas: método de referencia y método de categoría de fuente. Por lo tanto, con el fin de obtener resultados de emisiones por tipo de combustible, se usó el método de referencia, y por sectores productivos se aplicó el método de categoría de fuente.

Al realizar la comparación de las dos metodologías, el resultado obtenido para el año 2000 por el método de referencia difiere en un 2,7% respecto al obtenido por el método por categoría de fuente; para el año 2004, la diferencia es del 2,5%. Estas diferencias se explican, principalmente, porque la suma del consumo final sectorial de combustibles no es exactamente igual al consumo aparente nacional, además, esta última cifra involucra el combustible no aprovechado, pérdidas y datos de ajuste del balance entre la oferta y la demanda. No obstante, se puede reconocer que la diferencia en los resultados no es significativa y que las dos metodologías pueden ser aplicadas en el país, dado que se cuenta con la información necesaria. En el consolidado nacional, se reportan únicamente las emisiones calculadas por el método por categoría de fuente, de acuerdo con las tablas de reporte de emisiones definidas por el IPCC, versión 1996.

1.3.8.3 Resultados

Con base en los resultados obtenidos para los diferentes años de inventario (1990, 1994, 2000 y 2004), se elaboró la Figura 1.25, donde se puede apreciar el comportamiento en conjunto y por categoría de dicho módulo o sector, respecto al total de las emisiones obtenidas del inventario de GEI. Se destaca lo siguiente:

¹⁰ El Sistema de Información sobre Uso de Recursos, SIUR, por el IDEAM, el Registro Único Nacional de Tránsito, RUNT, del Ministerio de Transporte y la Encuesta Anual Manufacturera, EAM del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE.

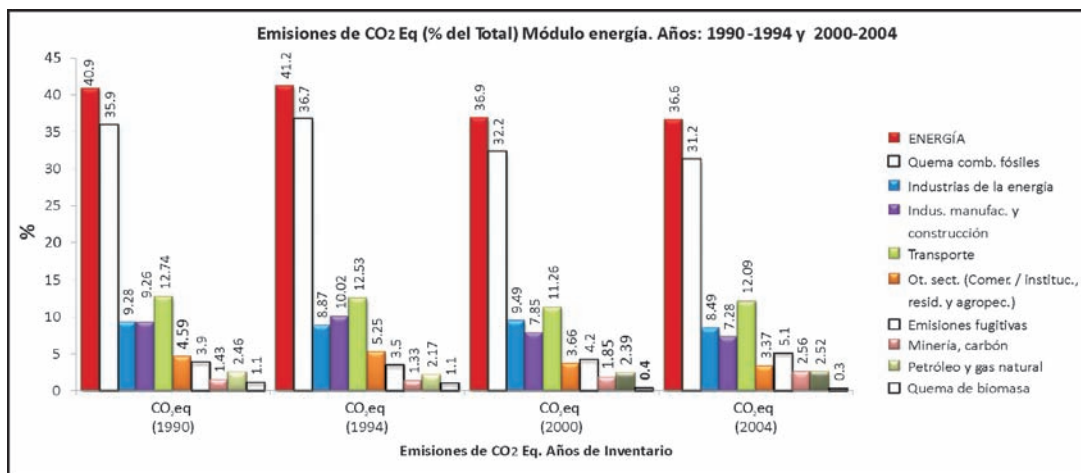
La reducción proporcional del aporte del sector de la energía, respecto a los demás sectores o módulos en los años 1990 y 1994 (41%), y frente a los dos últimos años de inventario (37% del total nacional), está representada principalmente en la quema de combustibles fósiles (Ver Tabla 1.2 y Tabla 1.3). Tal disminución se define de manera proporcional de cara a los demás sectores dado que, en términos absolutos, se ha venido presentando un incremento en las emisiones: 466 Gg de CO₂ eq entre los dos últimos años de inventarios (2000 y 2004), y de 8.852 Gg de CO₂ eq en el periodo del año 90 al 94; periodo para el cual se evidenció una tasa anual mayor (2.213 Gg/año), que para los dos años más recientes de inventario (117 Gg/año entre los años 2000 y 2004).

Dentro de la quema de combustibles fósiles se tienen en el 2004 (31,2% del total anual¹¹), los aportes derivados del transporte con 21.769 Gg CO₂ eq, (aviación nacional, automotor, ferroviario y navegación nacional); las industrias de generación y transformación de la energía con 15.281 Gg CO₂ eq, (centrales térmicas y otros centros de transformación); las industrias manufacturera y de la construcción con 13.098 Gg CO₂ eq; otros sectores 6.062 Gg CO₂ eq, (comercial e institucional; residencial; y agricultura, pesca y forestal), que representan en el mismo orden: 12,1%; 8,5%; 7,3% y 3,4% respecto al total de emisiones en el año 2004. Las emisiones fugitivas alcanzaron en dicho año 9.153 Gg CO₂ eq (5,1%), derivadas de la minería del carbón (4.617 Gg CO₂ eq) y de la industria del petróleo y gas natural (4.536 Gg CO₂ eq).

En valores totales de las emisiones en unidades de CO₂ equivalentes, en el Módulo de energía se registró un incremento de 13.033 Gg; en el lapso de los años 1990 (52.940 Gg), a 2004 (65.973 Gg) encontramos una variación del 24,6%, que corresponde a un incremento anual de 1,76%. A pesar de presentarse dicho aumento en las emisiones totales, la distribución porcentual del módulo de energía respecto al total de las emisiones totales, se ha venido reduciendo a través de dichos años de inventario.

El comportamiento de los valores totales de las emisiones se pueden encontrar en la Figura 1.2; y la variación porcentual se puede observar en la Figura 1.25.

Figura 1.25. Comparación porcentual por años de emisiones totales en CO₂ eq categorías Módulo energía



Fuente: Los autores, 2009

La distribución porcentual dentro del módulo de energía para las diferentes categorías se ha mantenido relativamente estable en los cuatro años en que se realizó el cálculo del inventario.

11 Se debe tener en cuenta que por redondeo de las cifras el cierre porcentual no arroja siempre el mismo valor.

1.3.9 Información, metodología y resultados, Módulo procesos industriales

1.3.9.1 Información disponible

Para obtener las emisiones de los GEI para este módulo con la metodología de nivel 1, se requiere información del total de la producción nacional en toneladas o kilogramos de los productos pertinentes al módulo, para lo cual se contó con información de orden Nacional, en general aportada por el DANE y algunos sectores productivos.

La metodología de nivel 2 requiere, además de la información de la producción total nacional de los productos industriales pertenecientes al módulo, la información de la caracterización de esta producción, relacionada con: fracciones, porcentaje de pureza, relaciones estequiométricas de las materias primas, las tecnologías de producción y sistemas de control de emisiones, para establecer promedios nacionales que determinan mejores factores de emisión para aplicar a cada proceso, según sea posible. Si bien este nivel de cálculo mejora la incertidumbre, requiere una amplia consulta sectorial y de expertos.

Para el cálculo de las emisiones de clinker y cemento, cal, uso de sustitutos de SAO y ácido nítrico se utilizó la metodología del nivel 2, para los demás se utilizó el método de nivel 1.

1.3.9.2 Metodología

El Módulo de procesos industriales tiene dos niveles de detalle para el cálculo. En el nivel 1, simple o único, se multiplica la producción total nacional (en toneladas o kilogramos) de los productos pertinentes al módulo para el año del inventario, con un único factor de emisión proporcionado por el IPCC, para obtener las emisiones de los GEI.

Para la determinación de las variables involucradas en cada proceso, se realizó un levantamiento de información secundaria, además de la revisión y análisis de la información existente e identificación de las principales fuentes de información institucional.

La evaluación de cada proceso industrial dentro del módulo tuvo en cuenta los siguientes criterios: participación en las emisiones del inventario, importancia en la economía nacional, efectividad en la consecución de información e innovación en el inventario. Esta evaluación estableció que los procesos con mayor prioridad para el presente inventario, coinciden con los de mayor aporte en emisiones del inventario adelantado para los años 1990 y 1994, es decir, las producciones de clinker, cal, hierro y acero, amoníaco, ácido nítrico; y las categorías nuevas: utilización de hexafluoruro de azufre y sustitutos de las sustancias agotadoras de ozono (SAO).

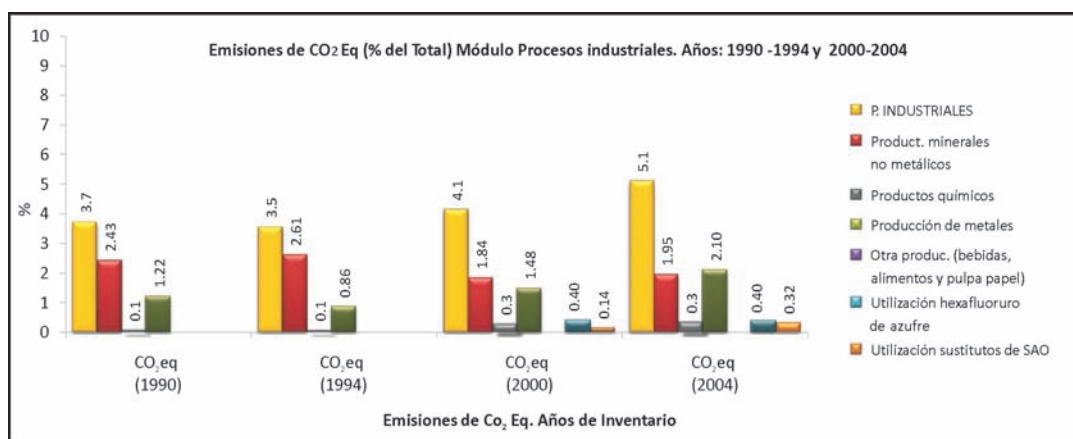
1.3.9.3 Resultados

De la Figura 1.17 se puede advertir que el Módulo de procesos industriales participa con el 5,1% (9.180 Gg CO₂ eq) sobre el total de emisiones en el año 2004 (180.010 Gg CO₂ eq).

El aporte del Módulo indica un incremento en el total de emisiones (4.810 Gg CO₂ eq en 1990 a 9.179 Gg CO₂ eq en 2004), lo cual se ve reflejado con respecto a los demás sectores, al incrementarse su representación del 3,7% en el año 1990, al 5,1% en el año 2004; debido en parte a la mayor cantidad de actividades contabilizadas en este inventario, especialmente las relacionadas con los fluorocarbonos y el hexafluoruro de azufre. Las categorías que más aportan dentro del Módulo de procesos industriales en el año 2004, son la producción de metales (2,1% sobre el total de GEI) y producción de minerales no metálicos (2,0%). El resto se encuentra distribuido en la utilización de hexafluoruro de azufre (0,40%); utilización de sustitutos de sustancias agotadoras de la capa de ozono y productos químicos con similar aporte cada uno (0,3%).

Las emisiones de GEI en unidades de CO₂ eq derivadas de la producción de minerales no metálicos muestran un comportamiento oscilante (3.142; 3.918; 3.263 y 3.505) a través de los años de inventario (1990, 1994, 2000 y 2004); mientras las emisiones provenientes de la producción de metales presentó una tendencia al alza, principalmente en los años 2000 y 2004 (1.575; 1.294; 2.634 y 3.782 Gg de CO₂ eq). En la Figura 1.26 se pueden ver proporciones dentro de cada año de inventario de las categorías del Módulo de procesos industriales.

Figura 1.26. Comparación porcentual por años de emisiones totales en CO₂ eq categorías Módulo procesos industriales



Fuente: Los autores, 2009

Con respecto a la variación de las cifras dentro del mismo Módulo de procesos industriales, si bien se registra un incremento significativo en el lapso de 1990 a 2004; tal cifra equivale a tan sólo un 2,8% respecto al total nacional emisiones, debido a la baja participación del módulo frente a dicho total. Es importante tener en cuenta los aspectos que se explican a continuación. El incremento registrado se debe principalmente a que en el inventario de GEI para Colombia de los años 1990 y 1994, estimaron las emisiones de 31 actividades productivas, mientras en el presente inventario (2000 y 2004), se reportan las emisiones de 47 actividades productivas; adicionalmente la metodología utilizada para algunas de las categorías en los años 2000 y 2004 difiere de las que se utilizaron en el primer inventario. Bajo esta condición, la comparación de los resultados debe tenerse como una aproximación o condición indicativa, situación por la cual no es procedente realizar la comparación de las emisiones obtenidas entre dichos inventarios.

En términos de CO₂ equivalente, las emisiones totales del Módulo de procesos industriales muestran una tendencia creciente para el periodo 1990-2004. Además, no se debe perder de vista que para el inventario 2000 y 2004, se incluyeron otros gases de efecto invernadero, como son los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Tales incrementos pueden ser explicados, en parte, por la inclusión en el cálculo de las emisiones de procesos como: usos de carbonato de sodio, producción de aluminio y producción de aleaciones ferrosas, no tomados en consideración en el primer inventario. También, se debe apreciar que para el inventario del 2004, la categoría de fuente más representativa fue la producción de aleaciones ferrosas, con un porcentaje de participación de CO₂ del 12,26%. Al respecto, es pertinente tener en cuenta que las emisiones de GEI están asociadas con la recuperación económica que mostró el país a partir del año 2002.

1.3.10 Información, metodología y resultados, Módulo de agricultura

1.3.10.1 Información disponible

La disponibilidad de información permitió la aplicación de la metodología de nivel 2, propuesta por el IPCC para la estimación de emisiones de metano CH_4 , procedente de la fermentación entérica y manejo de estiércol para la categoría de ganado vacuno no lechero. Para este nivel 2, se utilizaron factores de emisión domésticos que reflejan las diferencias internas en términos de condiciones ambientales y productivas de un contexto nacional, razones por las cuales se disminuye la incertidumbre del inventario.

Para las demás categorías fuentes del módulo, por la carencia de información en las condiciones requeridas fue necesario realizar la estimación mediante las metodologías de nivel 1.

La quema de sabanas, si bien no constituye una fuente principal de emisiones, es la categoría con mayor incertidumbre del módulo, en razón al poco conocimiento de la dinámica de los ecosistemas de sabanas en Colombia. Por lo tanto, los resultados presentados son una aproximación a las emisiones específicas generadas en esta categoría, que deben afinarse una vez se disponga de información con más detalle, bien sea procedente de investigaciones de base o del procesamiento de la captura de los registros regionales.

Ante la escasa disponibilidad de datos para la estimación de la quema de residuos agrícolas, se requiere aunar esfuerzos para mejorar la investigación de la ocurrencia e intensidad de esta actividad a nivel nacional. Dicha gestión deberá permitir establecer valores para desperdicios a partir de la relación residuos/producción, incluyendo los datos de fracción de materia seca, fracción quemada en campo y oxidada para los principales cultivos reportados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). Los cultivos de mayor interés son: arroz, maíz, trigo, sorgo, caña panelera y caña de azúcar, según la cantidad de residuos que son susceptibles de la quema en campo y las directrices del IPCC.

Es necesario incentivar la generación de información más detallada y exacta para cada una de las categorías del módulo por parte de las instituciones y gremios del sector agropecuario. Tal ejercicio coadyuva a lograr una caracterización más precisa, la cual es necesaria para mejorar la certidumbre en los resultados de las emisiones.

1.3.10.2 Metodología

Con el objeto de superar las barreras e incertidumbres asociadas con el primer inventario del módulo (IDEAM, 2001), se adelantaron los procesos técnicos y gestiones necesarias para recopilar información que permitiera en la medida de las posibilidades, estimar las emisiones mediante la metodología del nivel 2.

Al respecto, las metodologías para la estimación de emisiones de metano derivadas de la fermentación entérica y manejo de estiércol del ganado, se pueden desarrollar bajo dos niveles (niveles 1 y 2). Es decir, el nivel 2 utiliza factores de emisión domésticos que reflejan las diferencias en términos de condiciones ambientales y productivas de un contexto nacional en particular. Adicionalmente, dependiendo de la categoría que sea representativa como fuente de emisión en el país, se recomienda utilizar el nivel 2 para disminuir la incertidumbre del inventario, siendo este nivel el más exigente en cuanto a datos locales sobre el manejo técnico de una población de ganado.

Si bien en este inventario se hizo la estimación de emisiones de CH_4 por fermentación entérica y manejo de estiércol, utilizando la metodología de nivel 1, con tales condicionantes, los resultados permitieron establecer que es una categoría fuente que representa más del 50% del total de las emisiones de metano, lo cual, por su representatividad y por recomendaciones de la metodología del

IPCC, se calcularon con la metodología de nivel 2. Esta metodología (nivel 2), se aplicó únicamente para poblaciones de ganado vacuno, teniendo en cuenta que exige una caracterización más detallada de la población, además de requerir variables como el promedio de alimento consumido por cada una de las subcategorías de ganado vacuno, léase vacas, toros y terneros. Fue así como a partir de una caracterización regional se determinó un factor de emisión nacional.

La estimación del metano emitido por manejo de estiércol requirió parte de la información recopilada en la categoría fermentación entérica, en este caso, de la población anual para cada subcategoría de ganado vacuno, distribución por climas y sistema de producción, además, fue necesario tener información específica en cuanto al sistema de manejo de estiércol, relacionado con: a) masa de sólidos volátiles excretados por animal (V_s kg); b) capacidad máxima de producción de metano en el estiércol ($Bo\ m^3 \cdot kg^{-1} \cdot V_s$), y c) factor de conversión del metano, definido por el sistema de manejo y clima.

Al comparar los resultados obtenidos con la metodología de nivel 1, contra el nivel 2, se encontró un aumento del 16,17% y del 21,59%, para los años 2000 y 2004, respectivamente¹². Se debe tener en cuenta que el uso de factores de emisión nacionales calculados por el nivel 2, reflejan la intensidad y características de la producción pecuaria nacional, además de presentar una disminución significativa en la incertidumbre, alrededor del $\pm 20\%$; según el IPCC (2006).

En el caso de otras categorías fuente como: cultivos de arroz, suelos agrícolas, quema de sabanas y quema de residuos, la información disponible no permitió el mismo desarrollo metodológico (nivel 2), por lo cual se emplearon factores de emisión por omisión o defecto dados en las guías del IPCC. A pesar de lo anterior, se mejoró la información de base necesaria para el inventario en lo relacionado con su calidad y cobertura.

1.3.10.3 Resultados

El Módulo de agricultura (38,1%), junto con el Módulo de energía (36,6%), realizan aportes similares y significativos en términos de emisiones de CO_2 eq. Las categorías que más aportan emisiones en el Módulo de agricultura, respecto al total emitido en el año 2004, son: la fermentación entérica¹³ (18,5% del total) y suelos agrícolas (18,1% del total), con cifras del orden de los 33.258 Gg de CO_2 eq y 32.593 Gg CO_2 eq, respectivamente.

Estudios adelantados por la FAO (2009), indican que el sector ganadero, en el contexto mundial, es responsable del 18% de las emisiones de GEI, un porcentaje mayor que el correspondiente a los medios de transporte. Los autores del mencionado estudio consideran que el sector pecuario es responsable del 35 al 40% de las emisiones antropogénicas globales, precisando, además, que la fermentación entérica y el estiércol generan en conjunto cerca del 80% de las emisiones procedentes de la agricultura. Tales cifras muestran una buena concordancia con los resultados obtenidos en los inventarios colombianos.

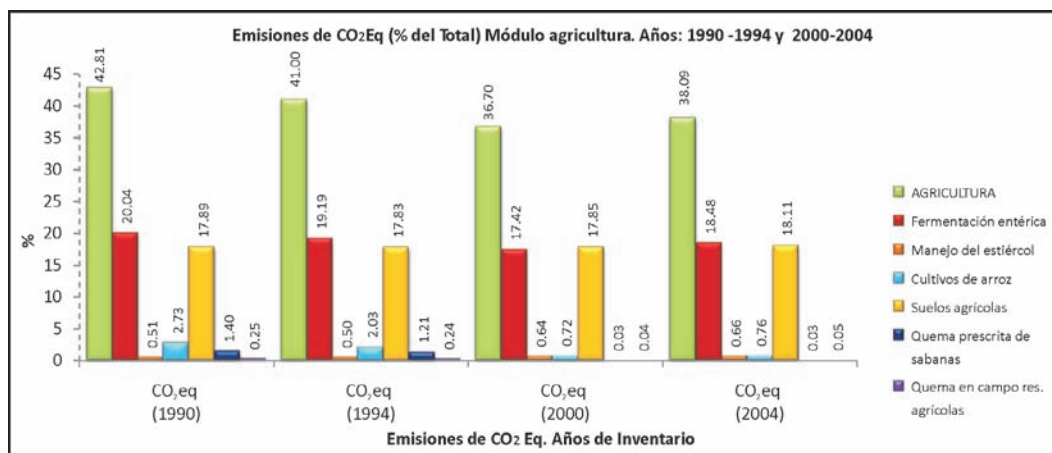
En la Figura 1.27 se puede apreciar la proporción de cada categoría para los años 1990, 1994, 2000 y 2004, donde se encuentra un comportamiento relativamente similar a través de los años analizados.

De manera similar al Módulo de energía, sin tener relación causal, y teniendo en cuenta el cambio en metodología, el Módulo de agricultura proporcionalmente ha venido disminuyendo su cuota en el año 2004 (4,7%, de diferencia con el año 1990), respecto a los demás sectores, no obstante haber incrementado en términos absolutos (13.143 Gg CO_2 eq diferencia con el año 1990).

12 Se resalta que los resultados obtenidos son coherentes con las conclusiones de la CMNUCC, 2007, que expone que al aplicar factores de emisión específicos para un país (nivel 2), los resultados pueden cambiar entre 20 y 30%, frente a los obtenidos mediante el nivel 1. La importancia de los resultados presentados y el grado de avance con el primer inventario de GEI (IDEAM, 2001), de acuerdo con el IPCC, 2000, se relaciona con una mayor incertidumbre al usar el nivel 1, la cual está alrededor del ± 30 al $\pm 50\%$.

13 Proviene del proceso digestivo de los rumiantes.

Figura 1.27. Comparación porcentual por años de emisiones totales en CO₂ eq en categorías del Módulo agricultura



Fuente: Los autores, 2009

La tasa anual promedio de variación para el segundo periodo (847 Gg CO₂ eq/año) ha disminuido respecto al primer periodo, años 1990 a 1994 (1.505 Gg CO₂ eq/año).

El aporte significativo del Módulo de agricultura, el cual, incluye las actividades pecuarias, radica principalmente en la emisión de metano y óxido nítrico dos gases con potenciales de calentamiento global de 21 y 310 veces más efectivos que el CO₂.

El metano proveniente del Módulo de agricultura representó en el año 2004, el 66% de las emisiones totales de dicho gas; por su parte, la fermentación entérica generó el 61% del total de las emisiones de metano; aportando el 18,5% del total de los GEI del inventario del año 2004, al compararse en unidades de CO₂ eq. Es decir, con los datos del inventario, la fermentación entérica aportó en

dicho año, cerca de 6,5% más gases de efecto invernadero que la categoría del transporte (21.769 Gg CO₂ eq). Estas distribuciones son representadas en la Figura 1.28 y Figura 1.29, donde se indica, además, la participación de la categoría dentro del módulo y con respecto al total de GEI emitidos en el año en unidades de CO₂ eq.

Con respecto a las emisiones de óxido nítrico, es procedente tener en cuenta el proceso de desnitrificación que ocurre en los suelos agrícolas el cual se esboza en el Cuadro 1.3.

El 95,6% del óxido nítrico proviene del Módulo agrícola (agropecuario), proporción que se grafica en la Figura 1.31, advirtiendo que la ordenada (eje) inicia arriba del 90%, con el fin de poder mostrar, de manera esquemática, la fracción correspondiente a los demás módulos.

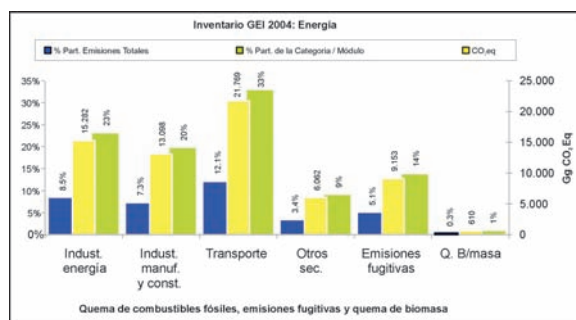
Cuadro 1.3. El proceso de desnitrificación

En la categoría denominada suelos agrícolas se involucran procesos relacionados con el aporte de fertilizantes nitrogenados, los cuales pasan a formar parte del ciclo natural del nitrógeno, a través del proceso de desnitrificación que consiste en la transformación por medio de la cual, algunas bacterias anaeróbicas se ven forzadas a usar el oxígeno del ión nitrato para sus necesidades (reducen el N^oO⁻ 3 y N^oO⁻ 2) y devuelven a la atmósfera el nitrógeno como N₂ y N₂O. Tal proceso rápido y efectivo, significa emisiones o pérdidas en suelos cultivados (lo cual es indeseable en función de la productividad), del orden del 10 a 20% de todos los nitratos formados o añadidos como fertilizantes, llegando a ser entre el 40 y 60% del nitrógeno añadido como nitrato.

Previo a ello, la nitrificación (oxidación) actúa para formar los nitritos y los nitratos a partir del amoníaco con la presencia de oxígeno.

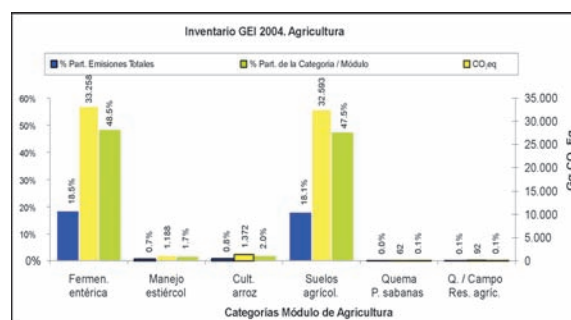
Fuente: Adaptado de DONAHUE, R. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Cali: Prentice-Hall, 1977. p. 130.

Figura 1.28. Participación Módulo de energía por categoría, año 2004



Fuente: Los autores, 2009

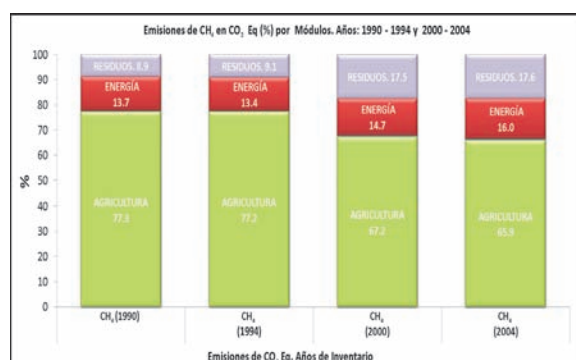
Figura 1.29. Participación Módulo de agricultura por categoría, año 2004



Fuente: Los autores, 2009

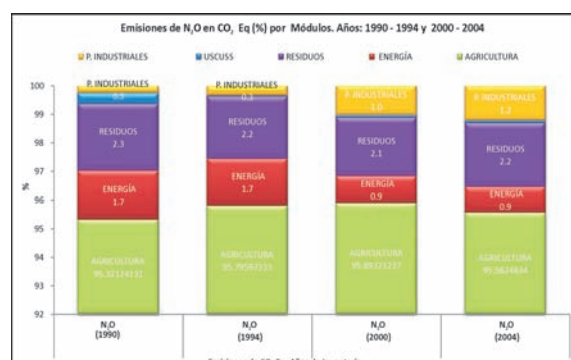
En la figuras 1.30 y 1.31, se presenta el aporte porcentual de metano y óxido nítrico para los años 1990, 1994, 2000 y 2004, estimado para cada módulo.

Figura 1.30. Aporte porcentual de CH₄ por Módulo por año



Fuente: Los autores, 2009

Figura 1.31. Aporte porcentual de N₂O por Módulo por año



Fuente: Los autores, 2009

Abreviando el comportamiento entre los dos momentos (1990 y 2004), encontramos que el Módulo de agricultura presentó un incremento del 23,7%; adicionando alrededor de 13.143 Gg de CO₂ eq en el último inventario. Sin embargo hay que tener en cuenta la variación metodológica y de fuentes de información entre dichos periodos.

1.3.11 Información, metodología y resultados, Módulo uso del suelo (USCUS)¹⁴

1.3.11.1 Información disponible

En este modulo, el inventario avanzó respecto al primero, en la incorporación de los datos de superficie establecida con plantaciones protectoras y el número de árboles existentes en algunos centros urbanos. Aun así, es importante incorporar la información sobre el número de árboles en las zonas urbanas del resto de las ciudades del país, que no fueron incluidas en el inventario del año 2004 por no disponer de los datos correspondientes. Adicionalmente, es válido

¹⁴ Se debe tener presente que los términos suelo y tierra son equivalentes en el presente inventario, para facilitar la unificación y pronunciación de la sigla adoptada (USCUS) para la naciones de lengua hispana.

mencionar la importancia de generar cifras comparables sobre la superficie de bosques existentes para el año 2004, lo cual permite contar con datos de conversión anual más propicia y diferenciable frente al año 2000.

Para la categoría denominada abandono de tierras cultivadas, es primordial generar información a nivel nacional de la superficie abandonada y que se encuentra en etapa de regeneración, buscando cubrir al futuro un periodo de veinte años, con referencia en el año 2000. Lo anterior teniendo en cuenta que en las estimaciones efectuadas en los presentes inventarios (2000 y 2004), no fue posible incorporar estos valores en su verdadera dimensión, situación que podría subvalorar el potencial de captura de CO₂ del país por esta categoría.

Con respecto a la estimación de emisiones de CO₂ en los suelos, se requiere el detalle de la superficie por sistema de uso comparable para el 2004, de tal forma que permita establecer las diferencias con los resultados del 2000. En el caso de las emisiones de CO₂ por el abonado con cal de suelos agrícolas, se recomienda contar con las cantidades reales aplicadas en cada año del inventario, puesto que la información utilizada sobre venta de fertilizantes y acondicionadores podría sobrestimar las emisiones anuales.

1.3.11.2 Metodología

Con el apoyo de expertos, se avanzó en el desarrollo de una propuesta por regiones sobre las diferentes fracciones de biomasa perdida por la categoría de conversión de bosques (biomasa quemada in situ, biomasa quemada ex situ y biomasa abandonada). No obstante, es necesario consolidar aún más esta propuesta sobre las fracciones de biomasa, incluyendo los aportes recientes de expertos y, en lo posible, los resultados que se logren en estudios de campo.

Se avanzó en la reconstrucción y actualización del proceso metodológico desarrollado por Iverson, L. *et al.*, (1994) y ajustado por Alarcón y Cardona (2001), para la estimación de la biomasa presente antes de la conversión. Sin embargo, se requiere actualizar la información sobre inventarios forestales, específicamente sobre la densidad de biomasa existente en diferentes tipos de bosque, teniendo en cuenta, además, la degradación que exista.

En la categoría emisiones de CO₂ en los suelos, se lograron avances relacionados con la inclusión de los orgánicos, puesto que en los años 1990 y 1994, el cálculo se basó en emisiones de suelos minerales. En los actuales inventarios se estimaron las emisiones de suelos minerales, además de los suelos orgánicos y por abonado con cal. Este cálculo mostró que las emisiones totales de CO₂ de los suelos aparentemente aumentaron en comparación con los inventarios anteriores.

No obstante el esfuerzo y los avances logrados, las emisiones del Módulo USCUS son extremadamente difíciles de cuantificar y los valores reportados por los países miembros a la CMNUCC para este sector presentan elevada incertidumbre. De ahí que este sector se excluya con frecuencia de los informes de emisiones, aunque se considere que su participación es importante (FAO, 2009)¹⁵.

1.3.11.3 Resultados

Como resultado de los cambios y avances en la interpretación de los procesos metodológicos del inventario de GEL, en particular de la inclusión de las emisiones de CO₂ por quemas de biomasa fuera del sitio de conversión, que no fueron incorporadas en los anteriores inventarios, así como falta de información que pudo subvalorar la captura de CO₂, la categoría de conversión de bosques y praderas presenta un aumento considerable en las cifras¹⁶ de las emisiones totales de CO₂ de los años 2000 y 2004, contra los años 1990 y 1994.

¹⁵ FAO. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. Cap. 3. El papel del ganado en el cambio climático y en la contaminación atmosférica. Roma: FAO. 2009. p. 126.

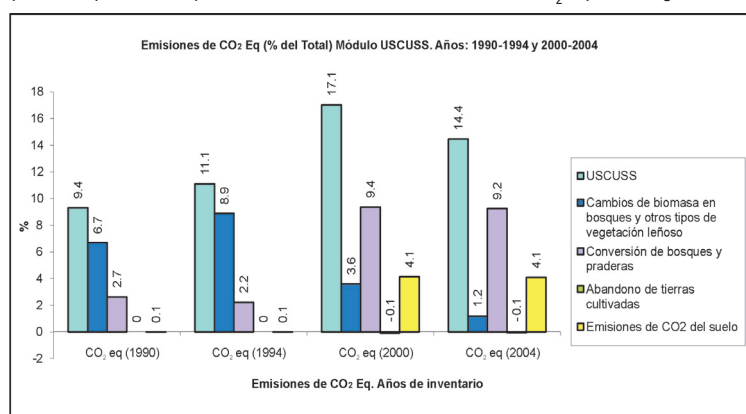
¹⁶ *Ibid.*, Sinopsis, p. 22.

En la Figura 1.32, se observa que la participación del módulo está aumentando (alrededor de 5,6% con respecto al primer inventario (1990 y 1994); principalmente por la categoría denominada Conversión de bosques y praderas (3.406 Gg CO₂ eq a 16.639 Gg CO₂ eq de 1990 a 2004). Dicho valor estimado en el inventario del año 2004 (9,4% respecto al total de emisiones) es proporcionalmente similar al reportado a nivel mundial por la FAO (2009), que identifica que el sector pecuario produce el 9% de las emisiones de CO₂ de origen antropógeno, la mayor parte de las cuales se deben a los cambios en el uso de la tierra (principalmente la deforestación) causados por la expansión de pastizales y la superficie destinada a la producción de forrajes.

El incremento, en términos de las emisiones del conjunto del módulo, significa alrededor del 100% con respecto al primer inventario (1990 y 1994), al pasar de un aporte promedio por inventario de 14.350 Gg CO₂ eq a 28.127 Gg CO₂ eq. Sin embargo, en la categoría de la emisión de CO₂ de los suelos, existen diferencias metodológicas que impiden la comparación de los inventarios.

No obstante lo anterior, la reducción de emisiones del módulo, entre los años 2000 a 2004, se debe fundamentalmente a la categoría Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa, como resultado de la cantidad de biomasa cosechada, especialmente en el consumo de leña, y por el aumento en la remoción de CO₂, por el incremento en la superficie de plantaciones forestales establecidas.

Figura 1.32. Comparación porcentual por años de las emisiones totales en CO₂ eq en categorías del Módulo USCUS



Fuente: Los autores, 2009

De la Figura 1.32, bien podría expresarse el significativo incremento al comparar las cifras entre los dos inventarios (1990-1994 con 2000-2004); no obstante, es necesario tener en cuenta el cambio en la metodología y la mejor información colectada para el inventario de los años 2000 y 2004; razón por la cual no se encuentra procedente hacer la comparación de las cifras obtenidas entre dichos ejercicios.

1.3.12 Información, metodología y resultados, Módulo de residuos

1.3.12.1 Información disponible

Para el inventario 2000 y 2004, se dispuso de mejor información comparada con la que se tuvo para los inventarios de 1990 y 1994; además, se logró precisar en detalle la información relacionada con la fracción tratada de aguas residuales domésticas e industriales, fracción de residuos sólidos dispuestos por tipo de disposición y cargas orgánicas tratadas por sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.

De otra parte, la carencia de cifras tanto actuales como históricas de las cantidades, la composición y las prácticas de disposición de los residuos a lo largo de varias décadas en Colombia, no permite utilizar el método de descomposición de primer orden, de la metodología de nivel 2 del IPCC. Para lograr un perfil de emisión, es necesario detallar el tiempo transcurrido desde la disposición, de manera que refleje las verdaderas pautas del proceso de degradación a lo largo del tiempo. Para el actual inventario se utilizó el método por omisión o defecto, con la información disponible de la actividad en el país, bajo el supuesto de que la totalidad del CH_4 potencial se libera durante el año en el que se produce la disposición de los desechos.

1.3.12.2 Metodología

El inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el Módulo de residuos, es el resultado del cálculo de las emisiones de metano (CH_4) como resultado de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos y aguas residuales domésticas e industriales; y las emisiones de Óxido Nitroso (N_2O) proveniente de los procesos de nitrificación y desnitrificación del contenido de nitrógeno en las excretas humanas (urea, nitratos y proteínas).

Para determinar las emisiones del módulo de residuos se utilizó el método por defecto o nivel 1 establecido por el IPCC, el cual está basado en la suposición de que la totalidad del metano potencial se libera durante el año en el que se produce la disposición de los residuos.

Esta metodología utilizada tuvo en cuenta la recopilación de información básica, procesamiento de datos y resultados consolidados de las emisiones de metano y óxido nitroso; a partir de estadísticas referentes al sector, estimaciones y factores propuestos por el IPCC. Dicha información se consolidó a través de datos estadísticos del nivel nacional, regional y local; y del análisis de estudios e investigaciones. Además, el procesamiento de los datos, se realizó teniendo en cuenta las proyecciones y cálculos de las variables utilizadas.

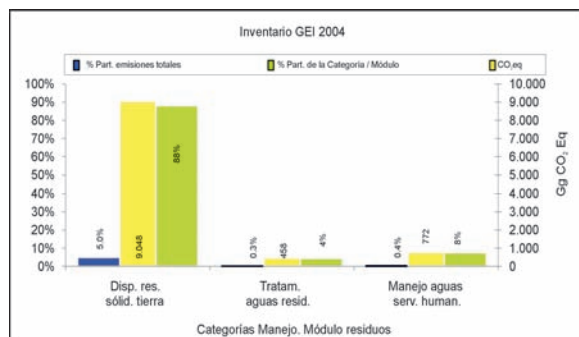
Las emisiones totales del módulo en toneladas equivalentes de CO_2 , para los años 1990, 1994, 2000 y 2004 muestran una tendencia creciente, exceptuando las emisiones provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales, que entre 1990 y 1994 presentan un leve descenso principalmente por la metodología aplicada estos años de inventario, en donde se utilizaron datos de las descargas de aguas residuales industriales con base en datos estimados mientras que para el presente inventario se contó con información de descargas de la medición real de flujos y caracterización de las aguas residuales.

Es importante desatacar que en los resultados presentados, existe un avance significativo en las metodologías aplicadas respecto al primer inventario, lo cual se refleja en las cifras de emisiones de GEI más acordes con el contexto colombiano. De esta forma, en este inventario se presentan los resultados obtenidos luego de un proceso de consulta con diversas entidades como el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y la Agencia de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), entre otras instituciones que estuvieron involucradas en el tema y que conformaron la mesa técnica del Módulo de residuos.

1.3.12.3 Resultados

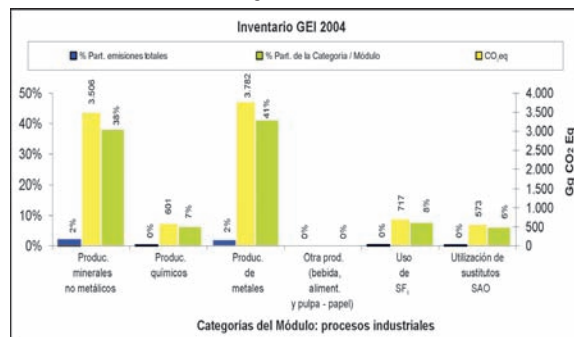
En el Módulo de residuos, la categoría denominada Disposición de residuos en tierra genera el 88% de las emisiones, a diferencia del Módulo de procesos industriales, donde se reparte fundamentalmente en dos categorías (Producción de minerales no metálicos y Producción de metales). Véase la Figura 1.33. En el año 2004, el Módulo de residuos presentó, en términos globales, una contribución (5,7%) similar al Módulo de procesos industriales (5,1%); comparación que se facilita al observar la Figura 1.34 y la Figura 1.35.

Figura 1.33. Participación Módulo de residuos, categoría año 2004



Fuente: Los autores, 2009

Figura 1.34. Participación Módulo de Procesos industriales, categoría año 2004

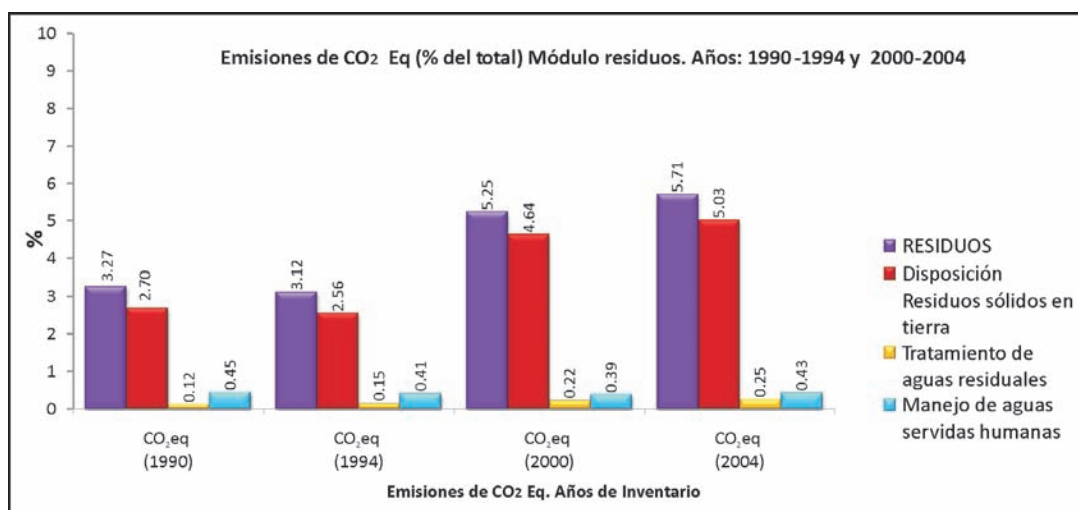


Fuente: Los autores, 2009

El comportamiento del módulo a través de los años, además de presentar un incremento, tanto en la proporción respecto a los demás módulos (3,3% a 5,7%), al tomar las emisiones del año 1990 como referencia, es el módulo con mayor incremento relativo hasta el año 2004 (143%), no obstante ser muy bajo su aporte en las emisiones totales del inventario nacional. Lo anterior al tomar las cifras de dichos años en aportes de CO₂ eq (4.232 Gg en 1990 a 10.278 Gg en 2004).

Si bien las categorías definidas como tratamiento de aguas residuales, y manejo de aguas servidas humanas, no aportan una cifra significativa dentro del total de las emisiones y el mayor incremento se registra en la disposición de los residuos sólidos en tierra, es necesario tener en cuenta la mejor calidad y cantidad de información con que se contó en los inventarios de los años 2000 y 2004. Lo anterior puede explicarse en parte por la gestión adelantada por las diferentes empresas. Véase la Figura 1.35.

Figura 1.35. Comparación porcentual por años de las emisiones totales en CO₂ eq en categorías del Módulo de residuos



Fuente: Los autores, 2009

1.4 CONCLUSIONES GENERALES DEL INVENTARIO NACIONAL DE FUENTES Y SUMIDEROS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En términos generales, se dispuso de mejor información, en comparación con la obtenida para el inventario 1990 y 1994; lo anterior conlleva a obtener resultados más cercanos a la realidad nacional.

Adicionalmente, es procedente advertir que la comparación de las emisiones totales del presente inventario de GEI (2000 y 2004), respecto al inventario de los años 1990 y 1994, debe ser cuidadosa, teniendo en cuenta tanto la variación en la metodología utilizada como la precisión en la información disponible que se usó en ambos inventarios (por ejemplo, tanto la capturada de sistemas de información como la estimada a través de factores de producción) y la utilización de los factores de emisión propuestos por el IPCC. Por tales razones, si bien en las conclusiones se presentan las variaciones o diferencias, las cifras deben tomarse de manera indicativa sin que se éstas permitan su comparación directa.

Con base en los inventarios adelantados por el país para los años 1990 (129.466 Gg de CO₂ eq), 1994 (149.869 Gg de CO₂ eq), 2000 (177.575 Gg de CO₂ eq) y 2004 (180.010 Gg de CO₂ eq), si bien se aprecia un aumento en valores absolutos en las emisiones, es preciso mencionar que la tasa de variación anual viene descendiendo con valores que van del orden del 3,94% para el primer lapso (1990 a 1994), 3,72% frente al segundo (1990 a 2000) y 2,79% para el tercer intervalo (2000 a 2004).

En valores enteros, los sectores que más emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) aportaron en el año 2004 son: agricultura (38%); energía (37%) y uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (14%). Le siguen: residuos sólidos (6%) y procesos industriales (5%). Las emisiones del sector transporte representan el 12,1% dentro del total de gases.

Las emisiones de CO₂ eq de otros países latinoamericanos como Venezuela (1999), México (2002), estuvieron mayormente representadas en el sector energético. Véase la Figura 1.24. Por su parte, en aquellos países donde se encuentra una alta representatividad del sector agropecuario, como Argentina, Paraguay y Colombia, el aporte por el sector agrícola tienen un peso significativo en el inventario.

Las emisiones por la fermentación entérica (18,5%), suelos agrícolas (18,1%), junto con la conversión de bosques y praderas (9,2%) y emisión de CO₂ del suelo (4,1%), representaron el 50% de las emisiones totales en el año 2004.

En valores medios y comparándolos en unidades de CO₂ equivalentes, el gas que más aporta Colombia es el CO₂ (50%), seguido por metano (30%) y óxido nitroso (19%); aproximadamente el 1% restante de la emisiones de gases de efecto invernadero se encuentra entre los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (CFC) y SF₆; a pesar de tener un potencial de calentamiento mucho mayor que los tres primeros.

En la Tabla 1.5, se presentan las actividades o categorías que más aportaron GEI en unidades de CO₂ eq, en el año 2004. Las demás categorías se distancian significativamente de las presentadas en dicha tabla. Es decir, en dicha tabla se muestran las categorías que aportan el 80% de los GEI.

De otra parte, si bien es cierto que las comparaciones no muestran todos los detalles del trasfondo de las situaciones, es pertinente destacar la relación de Colombia frente al contexto regional y mundial. Como bien se expuso antes, las emisiones individuales (per cápita) de Colombia están por debajo del valor medio mundial y muy distante de los valores registrados para Europa, Asia Occidental y Norteamérica.

En el ámbito global, las cifras (WRI, 2009) permiten ubicar a Colombia más allá de la posición 115, respecto de las emisiones per cápita para el año 2000; aportando el 0,42% del total emitido ese año.

Tabla 1.5. Principales módulos y categorías / Actividades aportantes de GEI, año 2004

Módulos y categorías principales		% de CO ₂ eq.
Energía	Transporte	12,1
	Industrias de la energía	8,5
	Industrias manufactureras y de la construcción	7,3
Agricultura	Fermentación entérica	18,5
	Suelos Agrícolas	18,1
USCUSS	Emisión de CO ₂ del Suelo	4,1
	Conversión de bosques y praderas	9,2
Residuos	Disposición de residuos sólidos en la tierra	5,0
Varios	Acumulado de los más representativos:	79,8%

Fuente: Los autores, 2009

En Latinoamérica, los principales países emisores son Brasil, México, Argentina, Venezuela, Colombia, Paraguay, Perú, Ecuador, Bolivia y Chile, entre otros. Se insiste que la ordenación o localización es un referente, el cual siempre está a merced de los respectivos ajustes y de los datos de emisiones totales utilizados.

Con el presente inventario, el país puede realizar un análisis detallado del origen de las emisiones de GEI. Tales resultados deben ser tomados como un insumo para realizar el análisis potencial de mitigación (con las respectivas consideraciones económicas) de la gestión empresarial. Es decir, la toma de decisiones y la focalización de esfuerzos que realicen los diferentes sectores en la implementación de medidas de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero pueden ser valoradas en las oportunidades generadas por el mercado del carbono.

1.4.1 Módulo energía

La generación de gases efecto invernadero (GEI) en el Módulo de Energía, en general, muestra una tendencia creciente en las emisiones de CO₂, por quema de combustibles fósiles hasta el año 2000 y se mantiene constante en el periodo 2000 a 2004. En este periodo se adelantaron gestiones relacionadas con las políticas de sustitución de combustibles y de precios, además de fenómenos hídricos favorables lo que explica el poco crecimiento en emisiones de GEI en este sector.

Colombia presenta una baja emisión de GEI en este sector, teniendo en cuenta, que la mayor cantidad de generación energética proviene de hidroeléctricas (78%) y sólo el 5,4%, es atendido por termoeléctricas que operan con carbón¹⁷.

La introducción de la política de masificación del gas en Colombia en el sector transporte, iniciada en la década de los años 90, disminuyó el uso de otras fuentes más generadoras de GEI. Dado que éste representa más del 12% del total de emisiones de CO₂ eq, la política de gasificación a través de la reconversión de combustibles produjo una reducción significativa en las emisiones. En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006, y su estrategia que impulsó la exploración y explotación de hidrocarburos y minería, se definió el programa de incremento de vehículos convertidos a gas natural. Este programa estableció como meta para el cuatrienio, la conversión de 64.000 vehículos, cumpliéndose en su totalidad y superándola hasta llegar a 168.523 para diciembre de 2006. Igualmente, el PND 2006-2010 continuó con el mismo programa y estableció una meta de 160.000 vehículos convertidos, de la cual se han logrado importantes avances, ya que para noviembre de 2008 se reportó un total acumulado de 277.685 vehículos transformados a gas natural en el país (MME, 2006, 2008, citado por Nieves, 2009).

¹⁷ Según datos de la Unidad de Planeación Minero Energética 2007 (UPME), en términos de generación, el 78% de la electricidad del país es generada con plantas hidráulicas, el 16,9% con unidades térmicas (11,4% a gas y 5,4% a carbón) y el 5,1% con generación de plantas menores, cogeneradores y eólica. UPME 2007a.

1.4.2 Módulo procesos industriales

El inventario de GEI para Colombia de los años 1990 y 1994, estimó las emisiones de 31 actividades productivas; en el presente inventario para los años 2000 y 2004, se reportan las emisiones de 47 actividades productivas; bajo esta condición relativa, la comparación de los resultados debe tenerse como una aproximación o condición indicativa.

En términos de CO₂ equivalente, las emisiones totales del Módulo de procesos industriales muestran una tendencia creciente para el periodo 1990-2004. No se debe perder de vista que para el inventario 2000 y 2004 se incluyeron otros gases de efecto invernadero, como son los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Tales incrementos pueden ser explicados, en parte, por la inclusión en el cálculo de las emisiones de procesos como son: usos de carbonato de sodio, producción de aluminio y producción de aleaciones ferrosas, no tomados en consideración en el primer inventario.

Además, se debe apreciar que para el inventario del 2004 la categoría de fuente más representativa fue la producción de aleaciones ferrosas, con un porcentaje de participación de CO₂ del 12,26%. Debe tenerse en cuenta que ésta presentó un aumento en la generación de GEI de 2000 (385,97 CO₂ eq) a 2004 (846,63 CO₂ eq) la cual se explica en parte con el incremento de la capacidad de beneficio de ferróníquel, teniendo en cuenta la entrada en operación de una segunda línea de producción que aumentó la misma pasando de alrededor de 28.000 t/año antes de 2001, a 53.812 t en 2004.

1.4.3 Módulo de agricultura

Se destaca el avance, en el presente inventario, del esfuerzo destinado a obtener la información necesaria para caracterizar y analizar la población ganadera en el país, lo cual permitió una estimación más precisa de los factores de emisión para Colombia. Es decir, a partir de dicha gestión se pudo utilizar la metodología de nivel 2 para la categoría de fuente: manejo de ganado doméstico, contra los valores estimados para esta misma categoría en el inventario de los años 1990 y 1994.

En la década de los años noventa, las emisiones de metano procedentes de la actividad ganadera aportaron un promedio de 1.334,4 Gg, de las cuales la fermentación entérica fue la que más influyó en este comportamiento con un 82,61%. Para los años 2000 y 2004, se registra un aumento de estas emisiones a 1.528,27 Gg; de éstas, el 93,19% corresponde a dicha categoría.

De otro lado, frente a las emisiones totales de CH₄, el manejo del estiércol representó el 2,0 %, para los años 1990 y 1994; mientras que para los años 2000 y 2004 su contribución fue de 2,64%. Este comportamiento se relaciona con el aumento del hato ganadero, el cual pasó de 24.114.450 cabezas de ganado bovino para la década de los años noventa, a 24.550.834 cabezas de ganado bovino reportadas para los años 2000 y 2004.

El cambio de 31.697 Gg de CO₂ eq en el año 2000 a 32.593 Gg de CO₂ eq en 2004 en la categoría de suelos agrícolas se deriva del manejo de los fertilizantes nitrogenados, debido al aumento del área cosechada entre 2000 y 2005 para alcanzar una superficie de 38.855 ha, y al incremento en la producción agrícola hasta 2.282.357 toneladas para este mismo periodo. Debe tenerse en cuenta que esta categoría representa alrededor del 48% de las emisiones de GEI dentro de la misma.

Por su parte, el aumento de la generación de GEI del inventario entre los años 2000 y 2004 se concentra en el hato no lechero que pasó de aportar 27.772 de CO₂ eq (equivalente al 42% de las emisiones de esta categoría) a 30.266 de CO₂ eq (equivalente al 44% de las emisiones de esta categoría) para estos años.

Teniendo en cuenta lo anterior y dada la importancia que el cambio climático tiene en los diferentes escenarios, además del reto que implica en materia de producción y competitividad, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, consciente de la relevancia que el cambio climático posee en el desarrollo del sector agropecuario, diseñó una estrategia de investigación ligada a las cadenas productivas, denominada Agricultura y Cambio Climático.

1.4.4 Módulo de USCUS

La comparación de resultados del inventario 1990 y 1994 con el actual (2000 y 2004), involucra observar las diferencias en metodologías y el detalle de la información utilizada para cada uno de ellos. Sin embargo, por circunstancias relacionadas con diferencias en las concepciones metodológicas de los dos inventarios, a partir de la aplicación de las Directrices del IPCC revisadas en 1996, no es recomendable realizar una interpretación directa de las diferencias en las emisiones, a partir de los resultados del inventario de GEI de 1990 y 1994.

De igual manera, no es posible realizar una lectura directa en cuanto a las remociones de CO₂ que, de acuerdo con los resultados presentados en los dos inventarios, tienden a disminuir sustancialmente; no obstante, en este caso también existen diferencias metodológicas y de disponibilidad de información que no permiten una comparación meridiana entre los resultados obtenido para los dos momentos.

Se resaltan las disminuciones en las emisiones netas de CO₂ para la categoría Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa, en contraste con los posibles aumentos en las emisiones de CO₂ para las categorías de conversión de bosques y praderas y de emisiones de CO₂ de los suelos. De nuevo, estos aumentos, así como la aparente disminución en remociones de CO₂ se relacionan con cambios en la interpretación metodológica para la realización de los dos inventarios.

Comparando los resultados de las emisiones netas de CO₂, para los años 2000 y 2004, se evidencia la disminución en un 14%, atribuible principalmente a la disminución de las emisiones netas de la categoría Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa, y en una menor proporción, por el aumento de las remociones de CO₂ en la categoría Abandono de tierras cultivadas.

Adicionalmente, las menores emisiones por actividades relacionadas con los cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa, resulta de la disminución en las emisiones por la cantidad de biomasa cosechada, especialmente en el consumo de leña, y por el aumento en la remoción de CO₂ explicada en parte por el incremento en la superficie de plantaciones forestales establecidas.

Frente a los resultados de las categorías denominadas Conversión de bosques, praderas y Emisiones de CO₂ de los suelos, estas cifras no variaron sustancialmente, máxime si se tiene en cuenta que la información específica para cada año no fue lo suficientemente precisa.

1.4.5 Módulo de residuos

Las emisiones totales en CO₂ equivalentes del Módulo de residuos para los años 1990, 1994, 2000 y 2004, muestran una tendencia creciente; exceptuando las emisiones provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales, que presentan un leve descenso entre 1990 y 1994. Este comportamiento puede explicarse, en principio, por la aplicación de la metodología utilizada. Para el primer inventario se utilizaron descargas de aguas residuales industriales con base en productos (datos estimados), mientras que para este inventario se tiene información con descargas medidas (medición de flujos y caracterización de aguas residuales).



1.5 LIMITACIONES, RECOMENDACIONES Y NECESIDADES

Los resultados obtenidos del presente inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para Colombia, dejan en claro la necesidad de generar información sectorial con mayor especificidad y detalle, que permita la obtención de estimaciones más ajustadas con la realidad nacional.

En tal sentido, para la aplicación de la metodología de cálculo establecida por el Grupo Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), se requiere de información detallada para la mayoría de las variables, que vaya más allá de aplicar los factores de emisión que por omisión o defecto propone el IPCC. De esta manera, se promueve la construcción de factores de emisión para el país, con el fin de obtener una estimación más ajustada del inventario de GEI a las condiciones regionales y nacionales.

Por consiguiente, con el fin de realizar inventarios de GEI bianuales, y que sirvan como una herramienta de soporte en la toma de decisiones para las acciones relacionadas con la mitigación del cambio climático, se debe fortalecer el compromiso interinstitucional en la generación y suministro de la información con el detalle, especificidad y escalas que permitan ser más exactas a la realidad nacional.

Es necesario mencionar que aun teniendo la participación de las entidades sectoriales con las funciones y conocimientos en el tema¹⁸ y que fueron soporte y enlace para la entrega de la información, en todos los módulos se estableció la carencia de información más detallada. Es este sentido, es reiterada la recomendación de buscar la información que permita obtener factores de emisión nacionales, con los cuales se pueda mejorar la exactitud de las estimaciones procesadas, y las recomendaciones para futuros inventarios de emisiones de GEI y gestiones prioritarias

En particular, frente a la generación de información suficiente y confiable, para los futuros inventarios se recomiendan las siguientes acciones:

1.5.1 Recomendaciones generales

- Mejorar las sinergias entre las instituciones, de tal forma que se facilite la obtención y la consolidación de la información entre los gremios del país que tienen que ver los procesos relacionados con los diferentes módulos o sectores.
- Fortalecer y ajustar las estadísticas nacionales, de tal manera que sean consecuentes con el suministro de información sectorial.
- Fortalecer la información estadística de las Cámaras Y Organizaciones Sectoriales, así como su disponibilidad.
- Fortalecer las relaciones de las instituciones públicas con la empresa privada, con el fin de lograr mayor nivel de información.
- Mejorar los mecanismos de captura de datos a través de una base de datos consolidada en el sistema de información ambiental, facilitando la consulta por los interesados.

1.5.1.1 Módulo de energía

- Crear el Comité Intersectorial de Balances Energéticos Nacionales y Regionales, como instancia de seguimiento de la información energética para analizar sus variaciones y tendencias. Además, fortalecer las sinergias institucionales mediante la participación de entidades oficiales y gremios para el mejoramiento continuo de las cifras, con su actualización y crítica.

¹⁸ La conformación de las mesas técnicas, el intercambio de información con entidades sectoriales y el desarrollo de talleres para lograr consenso en algunos temas técnicos, permitieron obtener una mejor calidad y volumen de información en comparación con el primer inventario nacional, porque la participación de gremios e instituciones gubernamentales fue determinante para decidir frente a la información y definición de conceptos técnicos.

- En relación con la información sobre la biomasa, se sugiere aprovechar los programas nacionales relacionados con el medio ambiente, educación y energía, para potenciar las sinergias entre los ministerios, entes y autoridades territoriales, además de involucrar recursos humanos y gremios locales, para lograr una recolección periódica de la información.
- Comprometer al sector privado, en particular a los distribuidores mayoristas de combustibles, en el suministro de la documentación o, en su defecto, crear una estrategia para la consolidación y suministro de la misma, de tal forma que se pueda identificar claramente el consumo de combustibles del transporte nacional e internacional.
- Gestionar con el DANE, el Ministerio de Transporte y demás instituciones identificadas como posibles fuentes de información para el cálculo por metodologías detalladas, la inclusión en sus instrumentos de captura de datos la información requerida para el cálculo de emisiones de GEI.
- Ajustar la información de producción de carbón, suministrada por Ingeominas, de acuerdo con los requerimientos de la captura de información para el cálculo del inventario de GEI. Se propone incluir la información requerida en el Formato Básico Minero que maneja esta entidad.
- Es importante generar un protocolo que describa la función y la jerarquía institucional, en relación con la producción y procesamiento de la información requerida para su respectiva distribución anual.

1.5.1.2 Módulo de procesos industriales

- Mejorar y fortalecer los registros emitidos por el Ministerio de Comercio Exterior y la DIAN, para obtener información desagregada sobre el uso de sustitutos de SAO y SF₆.
- Mejorar y optimizar la coordinación con el sector siderúrgico y metalúrgico, con el fin de precisar la información de tales categorías.

1.5.1.3 Módulo de agricultura

- Es necesario promover que las instituciones y gremios del sector pecuario apoyen y aporten la generación de información más relacionada con el inventario de ganado vacuno.
- Se requiere un análisis del consumo promedio de fertilizantes nitrogenados según las clases de cultivos, región, tipo de suelo y clima, con el objeto de estimar la cantidad de fertilizantes a base de nitrógeno consumida por el país anualmente. Se propone emplear como información base, las áreas sembradas contra la cantidad de nitrógeno aplicado por hectárea.
- Para el cultivo arroz, dada la complejidad en la relación suelo-agua-cultivo, que determina la producción de metano, es necesario adelantar investigaciones que apunten a la precisión de los factores de emisión nacionales. Dicho esfuerzo se debe enfocar en los principales departamentos productores de arroz, iniciando con Huila, Meta, Tolima y Casanare.
- La categoría de fuente Quema de sabanas, si bien no registra un aporte significativo de emisiones, presenta la mayor incertidumbre del Módulo de agricultura, como resultado del escaso conocimiento de la dinámica de los ecosistemas de sabanas en Colombia. Por lo anterior, se recomienda realizar una investigación que permita establecer con ensayos de biomasa en campo, e interpretación multianual de imágenes de satélite, conocer de manera científica la dinámica de emisiones de GEI para esta categoría.
- A pesar de que la quema de residuos agrícolas no constituye una fuente principal de GEI, es importante investigar la ocurrencia e intensidad de esta actividad a nivel nacional. Asimismo, establecer valores para desperdicios a partir de la relación residuos/producción; fracción de materia seca; fracción quemada en campo y oxidada (datos de mayor incertidumbre), para los principales cultivos reportados por la Encuesta Nacional Agropecuaria, como arroz, maíz, trigo, sorgo, caña panelera y caña de azúcar.



1.5.1.4 Módulo de uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura

- En relación con la categoría de fuente. Cambios de biomasa en bosques, es importante detallar la información sobre la superficie de plantaciones forestales, para establecer con mayor exactitud la superficie plantada, descontando la superficie aprovechada que existe al año del inventario. De igual forma, es necesario determinar las cifras de superficie anual plantada de cada especie forestal, por lo menos para las principales especies utilizadas por la superficie ocupada.
- Adicionalmente, para esta categoría es necesario incorporar el incremento de carbono por el crecimiento de los bosques intervenidos o aprovechados. Para estos fines se requiere establecer la superficie de estos bosques y las tasas de crecimiento anuales.
- Teniendo en cuenta el panorama expuesto, se identificó la necesidad de articular el tema de conservación y manejo forestal como instrumento de mitigación, para lo cual ha reconocido la importancia de iniciar un proceso de la deforestación evitada, que consiste en caracterizar y promover todas aquellas actividades que contribuyen a reducir y/o prevenir la deforestación y degradación de bosques naturales y, por lo tanto, evitar nuevas emisiones de GEI, al conservar el almacenamiento de carbono en la biomasa forestal y en el suelo. Tal mecanismo de mitigación, articulado con las prioridades del país en materia forestal, como es el caso de la elaboración de Inventarios Forestales y el fortalecimiento de programas de seguimiento y monitoreo de bosques, que permitan determinar stocks de carbono y líneas base de emisiones en áreas con potencial para la implementación de proyectos y para la identificación de fugas.

En este sentido el MAVDT, el IDEAM y la Fundación Natura, con el apoyo económico y técnico de la Fundación Betty y Gordon Moore iniciaron un proyecto que busca generar información sobre los stocks de carbono en diferentes ecosistemas forestales, cambios en estos, dinámicas espaciales en el cambio de uso del suelo, tasas de deforestación, identificación de áreas relevantes para el desarrollo de actividades piloto, socialización de las oportunidades e incentivos relacionados con la protección y manejo forestal, haciendo énfasis en aquellas zonas con mayores tasas de deforestación.

1.5.1.5 Módulo de residuos

- Es importante continuar con los procesos y estrategias de intercambio de información con el fin de contar con una base de datos y un sistema de información confiable para el desarrollo de los inventarios nacionales; de ser posible, consolidar los sistemas de información de las empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios y de los entes territoriales.
- Aunque se avanzó significativamente en la información relativa al tratamiento de las aguas residuales industriales y domésticas, se requiere fortalecer los sistemas de información que consoliden los datos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales en el país.

1.5.2 Recomendaciones para mejorar la certidumbre

1.5.2.1 Implementar el cálculo de la incertidumbre desde la recolección de los datos

Puesto que la incertidumbre está presente desde la concepción del inventario, ésta no sólo debe evaluarse a través de una estadística de dispersión de los datos cuando se van a realizar los cálculos en el inventario, pues las metodologías empleadas, los supuestos y la representatividad de los mismos contribuyen al aumento de la incertidumbre. Es necesario, por lo tanto, que las instituciones encargadas de reportar las estadísticas nacionales y sectoriales provean los indicadores básicos con estadígrafos procesados desde la fuente de captura y procesamiento inicial (promedios, desviación estándar, mínimos, máximos, coeficientes de variación, etc.) y, junto con ellas, examinar las inconsistencias en el nivel de los datos de la actividad con el fin de cuantificarla y controlarla.

1.5.2.2 Verificación temática de mapas de cobertura y uso del suelo

Con el fin de garantizar la precisión de la información de coberturas y usos de las categorías fuente de los módulos: agricultura y cambio en el uso de la tierra y silvicultura, es necesario, por un lado, comparar los resultados que arroja la cartografía a diferentes niveles de resolución o tamaño del pixel para una región determinada, y, por el otro, realizar el trabajo de verificación en campo, también para el respectivo control en la consistencia de la información sobre áreas o puntos específicos.

Las diferencias entre las condiciones encontradas y las estimadas ayudarán a reducir los niveles de incertidumbre de la cartografía y a evaluar la pertinencia de estudios específicos con el fin de obtener información más cercana a la realidad de las emisiones.

1.5.2.3 Uso de variables proxy

Cuando no se cuenta con la información requerida para el cálculo de las emisiones, ya sea porque el dato es inconsistente o no está registrado, es posible recurrir a otras variables que dan información aproximada. Estas variables se conocen como proxy.

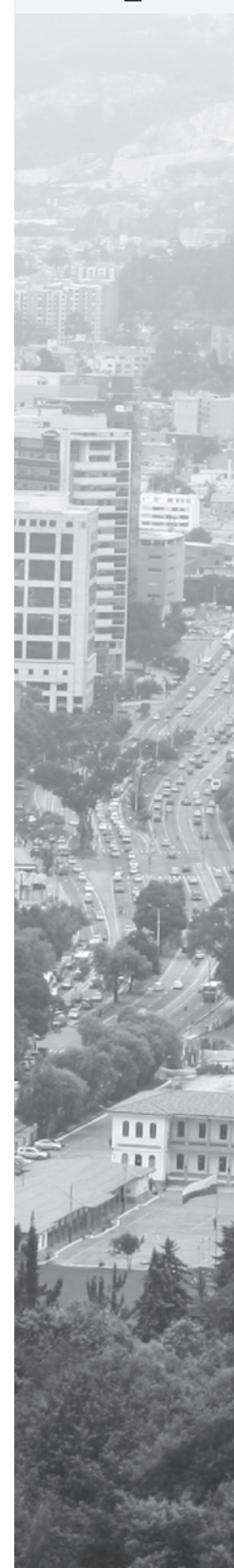
En los módulos de Procesos Industriales y Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura, se utilizaron como proxy de la producción la capacidad instalada, y como proxy de la superficie total abandonada en etapa de regeneración en los últimos 20 años, el área de cultivos ilícitos; no obstante, esta herramienta puede ser aplicada en categorías de fuentes donde no fue posible hacer el cálculo de las emisiones. Este procedimiento es útil tanto para reducir la incertidumbre como para calcularla cuando no se incluyen categorías de fuente que son relevantes en el inventario de emisiones; no obstante, la incertidumbre en el nivel real del dato de la actividad no puede asumirse como la varianza no explicada por la variable proxy, por lo tanto es necesario compararla con otras fuentes de información.

1.5.2.4 Construcción de series de datos de la actividad y factores de emisión

Un conjunto de datos de las emisiones desagregadas por dato de actividad y factor de emisión, son el punto de partida para encontrar su función de distribución de probabilidad (FDP). Al conocer la FDP es posible estimar las incertidumbres ya sea por el método de Monte Carlo o por propagación de errores.

Para futuros inventarios, se recomienda hacer un análisis gráfico utilizando histogramas de frecuencia de las incertidumbres para el dato de la actividad y el factor de emisión por categoría de fuentes de los años 1990, 1994, 2000 y 2004, para luego determinar su función de distribución de probabilidad. De esta forma, se contaría con análisis de incertidumbres más compactas y robustas para Colombia.

Finalmente, se debe solicitar a las entidades encargadas de producir las cifras oficiales del agregado nacional los indicadores (media, desviación estándar, número de datos) en la ficha técnica de la investigación o forma de recolección de los datos. Estos datos son parte esencial para el control de calidad en la captura de información y, por ende, necesarios para reducir los niveles de incertidumbre.



BIBLIOGRAFÍA

- COLOMBIA. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). Estudio sectorial aseo 2002-2005. Bogotá: SSPD. 2006.
- COLOMBIA. Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Plan de expansión de referencia generación transmisión 2008-2022. Bogotá: UPME. 2007. p. 203.
- IPCC. Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza: 2008. p. 2, 36.
- _____. Cambio climático 2007. Impacto, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico. Contribución del Grupo de trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. Cambridge, R.U.: Parry, O., *et al.* 2007. p. 51 y 53.
- DONAHUE, R. Introducción a los suelos y al crecimiento de la plantas. Cali: Prentice-Hall, 1977. p. 130.
- FAO. Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. y Haan de, C. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. Ed. en español. Documento consultado en junio de 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/011/a0701s/a0701s00.htm>. Roma: FAO. 2009. p. 22, 87 y 126-128.
- NIEVES, H. Informe del componente de mitigación del cambio climático para la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la CMNUCC. Documento interno para el IDEAM. Bogotá: IDEAM. 2009. p. 97.
- UNFCCC. Series estadísticas de países Parte del Anexo I, de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. Información obtenida de la página en abril de 2009. [On line] http://unfccc.int/ghg_data/ghg_data_unfccc/ghg_profiles/items/.
- _____. Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change. Greenhouse Gas Inventory Data - Detailed data by Party. Información obtenida de la página WEB en julio de 2009 [On line] Disponible en: <http://unfccc.int/di/DetailedByParty.do>.
- TAYLOR, A. & TAYLOR, M. The purchasing power parity debate. Working Paper 10607. Disponible en: <http://www.nber.org/papers/w10607>. Página consultada en julio de 2009. p. 34.
- WRI. World Resources Institute. Climate Analysis Indicator Tool (CAIT). Version 6. Washington, 2009. Información obtenida de la página en abril de 2009. [On line] <http://cait.wri.org/cait.php?page=yearly>
- _____. World Resources Institute. Climate Analysis Indicator Tool (CAIT). Version 5. Washington, 2008; citado por: Naciones Unidas, Cepal & GTZ, climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña (Documento de proyecto) [On line] en: http://www.oei.es/noticias/spip.php?article4590&debut_5ultimasOEI=25. Santiago de Chile: febrero de 2009. p. 111.
- PPP per cápita Colombia GDP. Información consultada en julio de 2009. Disponible en: [http://www.indexmundi.com/colombia/gdp_\(purchasing_power_parity\).html](http://www.indexmundi.com/colombia/gdp_(purchasing_power_parity).html).

ANEXO

	Página
ANEXO 1.1 RESULTADOS INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	61
CONTENIDO DE TABLAS DEL ANEXO 1.1	
Tabla A1.1 Resultados del Inventario de gases de efecto invernadero año 2000	62
Tabla A1.2 Resultados del Inventario de gases de efecto invernadero año 2004	64



ANEXO 1.1 RESULTADOS INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Tabla A1.1
Resultados del Inventario de gases de efecto invernadero año 2000

Categoría fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO ₂	Remoción de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CO2DM	SO ₂	HFC	HFC 125	HFC 134a	HFC 143a	HFC 152a	HFC	HFC 32	HFC 23	PFC	PFC	PFC	SF ₆	Gg CO ₂ eq	% en el Módulo	% del Total	
Total Nacional de Emisiones y Remociones	93.909,23	-150,47	2.350,21	107,58	319,28	2.486,50	578,20	159,33	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	177.575,35		36,89%	
1. ENERGÍA	57.942,32	0,00	345,32	1,01	310,68	2.245,41	349,24	149,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65.507,35	100,00%		
A. Quemá de combustibles fósiles	56.961,86	0,00	7,34	0,49	296,35	1.608,04	302,08	101,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57.288,11	87,42%		
A.1. Industria de Generación y Transformación de la Energía	16.810,58	0,00	0,35	0,09	46,46	5,03	1,31	18,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16.845,83	25,72%		
a. Centrales Térmicas	6.807,60		0,11	0,04	19,30	2,16	0,54	11,19													6.822,31			
b. Otros centros de transformación	10.002,98		0,24	0,05	27,16	2,87	0,77	7,54													10.023,52			
A.2. Industria Manufacturera y de la Construcción.	13.866,49		1,17	0,16	41,67	15,09	2,22	62,85													13.940,66	21,28%		
A.3. Transporte	19.939,80	0,00	4,26	0,19	190,91	1.570,59	295,77	14,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19.987,37	30,51%		
a. Aviación Nacional	1.078,72		0,01	0,03	4,58	1,53	0,76	1,13													1.088,23			
b. Automotor	17.770,73		4,18	0,15	166,23	1.555,50	292,30	11,38													17.905,01			
c. Ferroviano	65,10		0,01	0,00	1,01	0,84	0,17	0,16													65,52			
d. Navegación Nacional	924,25		0,06	0,01	19,09	12,72	2,54	1,57													928,61			
A.4. Comercial / Institucional	1.195,41		0,16	0,01	1,56	0,48	0,09	1,28													1.201,87	1,83%		
A.5. Residencial	3.723,11		1,35	0,03	4,85	7,79	0,88	1,92													3.760,76	5,74%		
A.6. Agricultura / Pesca / Forestal	1.527,47		0,05	0,01	10,90	9,06	1,81	2,17													1.531,62	2,34%		
A.7. Otros (no identificados)	0,00																				0,00			
B. Quemá de Biomasa	0,00	0,00	26,40	0,52	14,33	637,37	47,16	48,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	715,60	1,09%		
B.1. Industria de Generación y Transformación de la Energía	0,00	0,00	0,17	0,02	0,57	5,67	0,28	3,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,77	0,01%		
a. Centrales Térmicas			0,17	0,02	0,57	5,67	0,28	3,41													0,00			
b. Otros centros de transformación de la Construcción.			1,49	0,20	4,96	157,44	2,48	34,89													93,29	0,14%		
B.3. Transporte			2,39	0,01	1,19	83,55	1,19	0,94													0,00			
B.4. Comercial / Institucional			14,15	0,18	4,88	254,04	26,81	6,62													53,29	0,08%		
B.5. Residencial			8,20	0,11	2,73	136,67	16,40	2,72													352,95	0,54%		
B.6. Agricultura / Pesca / Forestal			311,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	206,30	0,31%		
B.7. Otros (no identificados)			156,19																		0,00			
C. Total emisiones fugitivas	980,46	0,00	0,89	0,00	0,02	0,01	173,95	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7.523,64	11,49%		
C.1. Actividades del Petróleo y Gas Natural	980,46		155,39																		3.279,99	5,01%		
2. PROCESOS INDUSTRIALES	5.871,51	0,00	0,89	1,10	2,27	14,42	228,96	9,56	0,18	0,001	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,002	0,03	0,03	7.343,99	100,00%	4,14%	
Total Producción de Metales no Ferrosos	3.263,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	173,95	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.263,05	44,43%		
Producción de Cemento y Clinker	3.149,68		60,92																			3.149,68		
Producción de Cal	52,45																					52,45		
Usos de Carbonato de Sodio																								
Producción de Asfalto para Techaro						0,0002	0,04																	
Producción de Asfalto para Pavimentación					0,02	0,01	0,001	0,03																
Producción de vidrio							173,28																	
Total Producción de Químicos	123,01	0,00	0,89	1,10	1,67	1,13	6,281	2,012	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	482,70	6,57%		
Producción de Amoníaco	123,01					0,65	0,39	0,002														123,01		
Producción de Ácido Nítrico					1,10	1,65																341,00		
Usos de Carburo de Calcio	0,001																					0,00		

Categoría fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO ₂	Remoción de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CO ₂ DM	SO ₂	HFC HFC 134 ^a	HFC HFC 125	HFC HFC 143a	HFC HFC 152a	HFC HFC 32	HFC HFC 23	PFC CF ₄	PFC C ₂ F ₆	SF ₆	Cg CO ₂ eq	% en el Módulo	% del Total	
Producción de Negro de Humo			0.53		0.02	0.48	1.92	0.15										11.13			
Producción de Cloruro de Polivinilo							1.76											0.00			
Producción de Formaldehído							0.03											0.00			
Producción de Polietileno baja densidad							0.16											0.00			
Producción de Poliestireno							0.34											0.00			
Producción de Polipropileno							1.68	1.80										0.00			
Producción de Ácido Sulfúrico							0.001											0.00			
Producción de Anhidrido Ftálico			0.27															5.67			
Producción de Coque			0.09															1.89			
Producción de Metanol								0.05										0.00			
Producción de Dióxido de Titanio	2.485,45	0,00	0,00	0,00	0,10	6,641	0,08	1,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,002	0,00	2,633,85	35,86%		
Total Producción de Metales	1.027,20				0,05	0,83	0,05	1,28											1,027,20		
Producción de Hierro	1.056,00				0,03	0,001	0,02	0,03											1,056,00		
Producción de Acero																					
Producción de Aleaciones Ferrosas	385,97																		385,97		
Producción de Aluminio	16,28				0,02	5,81		0,16							0,02	0,002		164,68			
Total Producción de Bebidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Producción de Vino							0,02												0,00	0,00	0,00
Producción de Whisky							0,01												0,00	0,00	0,00
Producción de Bebidas Espirituosas							16,02												0,00	0,00	0,00
Producción de Cerveza							0,49												0,00	0,00	0,00
Producción de Brandy							0,20												0,00	0,00	0,00
Total Producción de Alimentos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Producción de Carne, Pescado y Pollo							0,13												0,00	0,00	0,00
Producción de Tonas, Bizcochos y Cereales							0,17												0,00	0,00	0,00
Producción de Azúcar							22,64												0,00	0,00	0,00
Producción de Pan							1,76												0,00	0,00	0,00
Producción de Café Tostado							0,03												0,00	0,00	0,00
Producción de Comida Animal							2,61												0,00	0,00	0,00
Producción de Manguarina							1,67												0,00	0,00	0,00
Total Producción de Pulpa para Papel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	6,64	2,90	6,05											0,00	0,00	0,00
Total Utilización de SF ₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	717,00	9,76%		
Uso de SF ₆ en Equipos Eléctricos																		0,03	717,00		
Total Utilización de Sustitutos de SAO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,1823	0,001	0,002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	247,39	3,37%		
Usos para Producción de Espuma									0,0003										0,00	0,00	0,00
Usos como Solventes									0,09										0,39		
Usos para Refrigeración Móvil									0,09										117,00		
Usos para Refrigeración Fija									0,09	0,001	0,002							127,40			
Usos como Aerosoles									0,002										2,60		
Usos para Extintores de Incendios																			0,00	0,00	0,00
3. SOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00%
4. AGRICULTURA	0,00	0,00	1.580,47	103,16	3,18	115,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65.169,47	100,00%	36,70%	
A. Fermentación entréfica	0,00	0,00	1.472,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30.928,80	47,46%		
Ganado bovino lechero			54,99																1.154,79		
Ganado bovino no lechero			1.322,51																27.772,71		
Búfalos			8,81																185,01		
Ovejas			13,45																282,45		
Cabras			17,91																376,11		
Carnielos y Llanas			0,00																0,00		



Categoría fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO ₂	Remoción de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CO2DM	SO ₂	HFC HFC 134a	HFC HFC 125	HFC HFC 143a	HFC HFC 152a	HFC HFC 32	HFC HFC 23	PFC CF ₄	PFC C ₂ F ₆	SF ₆	Gg CO ₂ eq	% en el Módulo	% del Total
Caballos			44,88															942,48		
Mulas y Asnos			7,06															148,26		
Cerdos			3,19															66,99		
Aves de corral			0,00															0,00		
B. Manejo del estiércol	0,00	0,00	42,07	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.137,67	1,75%	
Ganado bovino lechero			1,45															30,45		
Ganado bovino no lechero			23,22															487,62		
Búfalo			0,31															6,51		
Ovejas			0,48															10,08		
Cabras			0,75															15,75		
Camellos y Llamas			0,00															0,00		
Caballos			4,76															99,96		
Mulas y Asnos			0,76															15,96		
Cerdos			4,14															86,94		
Aves de corral			6,20															130,20		
Anaeróbico			0,00															0,00		
Sistemas Líquidos			0,00															0,00		
Almacenamiento en sólido			0,82															254,20		
Otro (especificar)			0,00															0,00		
C. Cultivos de arroz	0,00	0,00	60,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.274,91	1,96%	
Irrigado			37,94															796,74		
Secano			22,77															478,17		
Aguja profunda			0,00															0,00		
D. Suelos agrícolas	0,00			102,25														31.687,50	48,64%	
E. Quema prescrita de sabanas agrícolas (1)	0,00		2,50	0,03	1,12	65,64												61,80	0,09%	
F. Quema en campo de residuos agrícolas (1)	0,00		2,39	0,06	2,06	50,15												68,79	0,11%	
5. CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	30.095,40	-150,47	12,67	0,09	3,15	110,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30.238,90	100,00%	17,03%
A. Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa	6.412,76																	6.412,76	21,21%	
B. Conversión de bosques y praderas	16.345,70		12,67	0,09	3,15	110,88												16.639,67	55,03%	
C. Abandono de tierras cultivadas		-150,47																-150,47	-0,50%	
D. Emisiones de CO₂ de los suelos	7.336,94																	7.336,94	24,26%	
6. RESIDUOS	0,00	0,00	410,86	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.315,64	100,00%	5,25%
A. Residuos Sólidos	0,00	0,00	392,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8.236,62	88,42%	
Residuos sólidos dispuestos en tierra			392,22															8.236,62		
B. Aguas Residuales	0,00	0,00	18,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	391,44	4,20%	
Tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales			14,40															302,40		
Tratamiento de aguas residuales industriales			4,24															89,04		
C. Manejo de aguas servidas humanas				2,22														687,58	7,38%	
BUNKERS INTERNACIONALES	1.352,81	0,00	0,04	0,02	13,38	7,69	1,90	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.361,01	100,00%	0,77%
Aviación			0,006	0,02	3,69	1,23	0,61	0,93										876,26	64,38%	
Marítimo			0,03	0,004	9,69	6,46	1,29	1,61										484,75	35,62%	
EMISIONES DE CO₂ POR QUEMA DE BIOMASA	10.683,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.683,48	100,00%	6,02%
1. Industria de Generación y Transformación de la Energía	414,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	414,17	3,88%	
a. Centrales térmicas																		0,00		
b. Otros centros de transformación																		414,17		

Categoría fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO ₂	Remoción de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	PFC	PFC	SF ₆	Gg CO ₂ eq	% en el Módulo	% del Total
2. Industria Manufacturera y Construcción	3.606,16								HFC-134 ^a	HFC-125	HFC-143a	HFC-152a	HFC-32	HFC-23	CF ₄	C ₂ F ₆					3.606,16	33,75%	
3. Transporte																					0,00		
4. Comercial / Industrial	915,93																				915,93	8,57%	
5. Residencial	3.746,76																				3.746,76	35,07%	
6. Agricultura / pesca / forestal	2.000,46																				2.000,46	18,72%	

Fuente: IDEAM, 2008.



Tabla A1.2
Resultados del Inventario de gases de efecto invernadero año 2004

Categoría Fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO ₂	Remoción de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CO2eM	SO ₂	HFC	HFC 134a	HFC 152a	HFC 32	HFC 23	PFC	PFC	SF ₆	Gg CO ₂ eq	% en el Módulo	% del Total
									HFC 134a	HFC 152a	HFC 32	HFC 23	CF ₄	PFC	CF ₄	SF ₆			
Total Nacional de Emisiones y Remociones	86 728.23	-100.39	2 578.08	110.98	335.16	2 374.99	415.20	142.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180 006.19		
1. ENERGIA	57 001.92	0.00	412.49	0.89	325.39	2 897.36	324.79	132.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65 971.11	100.00%	36.66%
A. Quemá de combustibles fósiles	55 922.05	0.00	7.29	0.43	310.79	1 530.23	287.70	83.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56 286.44	85.20%	
A.1. Industria de Generación y Transformación de la Energía	15 249.84	0.00	0.33	0.08	41.18	4.41	1.16	17.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15 281.57	23.16%	
a. Centrales Térmicas	5 435.74	0.00	0.09	0.03	15.51	1.70	0.43	9.92									5 446.93		
b. Otros centros de transformación	9 814.10	0.00	0.24	0.05	25.67	2.71	0.73	7.68									9 834.64		
A.2. Industria Manufacturera y de la Construcción	13 037.62	0.00	1.08	0.12	38.01	12.22	1.85	44.19									13 097.50	19.85%	
A.3. Transporte	21 614.40	0.00	4.39	0.20	215.20	1 497.21	282.11	17.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21 786.68	33.00%	
a. Aviación Nacional	1 074.15	0.00	0.01	0.03	4.30	1.43	0.72	1.05									1 022.05		
b. Automóvil	19 340.46	0.00	4.29	0.16	185.35	1 478.54	277.94	14.21									19 460.15		
c. Ferrovial	80.33	0.00	0.01	0.00	1.26	1.05	0.21	0.15									80.54		
d. Navegación Nacional	1 180.55	0.00	0.08	0.01	24.29	15.19	3.24	1.95									1 185.33		
A.4. Comercial / Institucional	707.27	0.00	0.08	0.00	0.85	0.40	0.06	0.36									708.95	1.07%	
A.5. Residencial	3 906.27	0.00	1.27	0.02	4.79	7.67	0.85	1.77									3 941.14	5.97%	
A.6. Agricultura / Pesca / Forestal	1 405.96	0.00	0.14	0.01	10.16	8.32	1.67	1.87									1 410.60	2.14%	
A.7. Otros (no identificados)		0.00															0.00		
B. Quemá de Biomasa	0.00	0.00	20.76	0.56	14.60	567.13	37.09	48.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	666.56	0.92%	
B.1. Industria de Generación y Transformación de la Energía	0.00	0.00	0.66	0.09	2.20	21.95	1.10	5.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.76	0.06%	
a. Centrales Térmicas																	0.00		
b. Otros centros de transformación																	41.76		
B.2. Industria Manufacturera y de la Construcción																	0.00		
B.3. Transporte																	0.00		
B.4. Comercial / Institucional																	0.00		
B.5. Residencial																	46.57	0.07%	
B.6. Agricultura / Pesca / Forestal																	205.04	0.31%	
B.7. Otros (no identificados)																	204.83	0.31%	
C. Total emisiones fugitivas	1 078.87	0.00	384.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9 153.11	13.87%	
C.1. Actividades de carbón	219.97																4 617.27	7.00%	
C.2. Actividades del Petróleo y Gas Natural	1 078.87																4 535.84	6.88%	
2. PROCESOS INDUSTRIALES	6 905.36	0.00	0.87	1.35	2.72	34.04	90.41	10.72	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9 179.61	100.00%	5.19%
Total Producción de Metales no Ferrosos	3 505.93	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	30.37	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3 505.93	38.19%	
Producción de Cemento y Clinker	3 345.48																3 345.48		
Producción de Cal	103.13																103.13		
Usos de Carbonato de Sodio	57.32																57.32		
Producción de Asfalto para Tejado						0.0002	0.04										0.00		
Producción de Asfalto para Pavimentación						0.02	0.005	0.02									0.00		
Pavimentación							29.52										0.00		
Producción de vidrio							0.83										0.00		
Total Producción de Químicos	164.02	0.00	0.87	1.35	2.04	1.36	9.280	1.993	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	600.79	6.54%	
Producción de Amoníaco	164.02					0.86	0.51	0.003									164.02		
Producción de Ácido Nítrico																	0.00		
Usos de Carburo de Calcio	0.002																418.50		
Producción de Negro de Humo																	11.55		
Producción de Óxido de Polímero						0.50	1.99	0.15									0.00		
Producción de Formaldehído							0.04										0.00		
Producción de Polietileno baja densidad							0.11										0.00		
Producción de Polipropileno							0.50										0.00		
Producción de Acido Sulfúrico							3.84										0.00		
Producción de Anhídrido Fólico							1.78										0.00		
Producción de Coque			0.27			0.010											5.67		

Categoría Fuentes y sumideros de Gases de Efecto Invernadero Año 2000	Emisión de CO ₂	Remoción de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CO ₂ DM	SO ₂	HFC	HFC 134a	HFC 125	HFC 143a	HFC 152a	HFC	HFC 23	PFC	PFC	SF ₆	Gg CO ₂ -eq	% en el Módulo	% del Total	
Producción de Metanol			0.05																	1.05		
Producción de Etanol de Trigo								0.06												0.00		
Total Producción de Metales	3.235.41	0.00	0.00	0.18	25.941	0.08	0.08	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	3.762.41	41.20%		
Producción de Hierro	1.028.80			0.05	0.84	0.05	0.05	1.29												1.028.80		
Producción de Acero	1.288.60			0.03	0.001	0.02	0.02	0.04												1.288.60		
Producción de Aleaciones Ferrosas	846.53																			846.53		
Producción de Aluminio	70.38			0.10	25.10			0.71												67.38		
Total Producción de Bebidas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Producción de Vino							0.01													0.00		
Producción de Whisky							0.02													0.00		
Producción de Bebidas Espirituosas							15.05													0.00		
Producción de Cerveza							0.54													0.00		
Producción de Brandy							0.21													0.00		
Total Producción de Alimentos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.91	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Producción de Carne, Pescado y Pavo							0.20													0.00		
Producción de Tortas, Bizcochos y Cereales							25.14													0.00		
Producción de Azúcar							1.61													0.00		
Producción de Pan							0.03													0.00		
Producción de Café Torado							2.59													0.00		
Producción de Comida Animal							1.77													0.00		
Producción de Margarina							0.48													0.00		
Total Producción de Pulpa para Papel	0.00	0.00	0.00	0.48	6.73	2.94	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.81%	
Total Utilización de SF ₆ en Equipos Eléctricos									0.3650	0.020	0.010	0.0001	0.01	0.0001	0.0003	0.00	0.00	0.00	0.00	573.48	6.25%	
Total Utilización de Sustancias de SAO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Usos para Producción de Etiqueta								0.0010												0.00		
Usos como Solventes								0.18												234.00		
Usos para Refrigeración Móvil								0.0044												3.51		
Usos para Refrigeración Fija								0.0001												0.00		
Usos como Aerosoles								0.0001												0.00		
Usos para Extintores de Incendios								0.0001												0.00		
3. SOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS																				0.00		
4. AGRICULTURA																				0.00		
A. Fermentación entrérica	0.00	0.00	1.699.38	3.90	132.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.565.58	100.00%	38.09%	
Ganado bovino lechero	0.00	0.00	1.583.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.288.54	48.51%		
Ganado bovino no lechero																				918.80		
Ganado porcino																				30.268.45		
Baldío																				194.67		
Ovejas																				297.15		
Cabras																				356.06		
Cameleiros y Llamas																				0.00		
Caballos																				979.44		
Mulas y Asnos																				138.18		
Cerdos																				66.78		
Aves de corral																				0.00		
B. Manejo del estiércol	0.00	0.00	44.61	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.187.91	1.73%		
Ganado bovino lechero																				24.15		
Ganado bovino no lechero																				507.15		
Baldío																				10.71		
Ovejas																				16.59		
Cabras																				0.00		
Cameleiros y Llamas																				163.95		
Caballos																				14.91		
Mulas y Asnos																				86.73		
Cerdos																				165.90		
Aves de corral																				0.00		
Aparición																				0.00		
Sistemas Líquidos																				0.00		
Almacenamiento en sólido																				25.110		



Categoría (buenos y sumideros del Gaseo Inventario Año 2000)	Emisión de CO ₂	Remoción de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	CO2M	SO ₂	HFC	HFC 134a	HFC 152a	HFC 150a	HFC	HFC 32	HFC 23	PF ₆	PF ₅	SF ₆	Cg CO ₂ eq	% en el Medio	% del Total	
Orto (especificar)																						
C. Cultivos de arroz	0,00	0,00	65,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1372,14	2,00%		
Inglado			34,58																	734,56		
Secano			30,36																	637,56		
Agua profunda																				0,00		
D. Suelos agrícolas				105,14																32.993,40	47,54%	
E. Quema prescrita de sabanas			2,50	0,03	1,12	65,64														61,00	0,09%	
F. Quema en campo de residuos agrícolas (1)			3,79	0,08	2,78	67,07														91,79	0,13%	
5. CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	25.820,95	-100,39	12,67	0,09	3,15	110,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26.074,53	100,00%	14,45%	
A. Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa	2.150,90																			2.150,90	8,19%	
B. Conversión de bosques y praderas	16.345,70		12,67	0,09	3,15	110,88														16.639,67	63,98%	
C. Abandono de tierras cultivadas		-100,39																		-100,39	-0,39%	
D. RESIDUOS	7.344,35																			7.344,35	28,23%	
A. Residuos Sólidos	0,00	0,00	452,67	2,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.277,35	100,00%	5,71%	
Residuos sólidos depositados en tierra			430,67																	9.048,25	88,04%	
B. Aguas Residuales	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	457,82	4,45%		
Tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales			15,46																	304,66		
Tratamiento de aguas residuales industriales			6,34																	133,16		
C. Manejo de aguas servidas humanas				2,49																711,28	7,59%	
BUNKERS INTERNACIONALES	1.442,83	0,00	0,05	0,03	16,70	9,58	2,26	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.453,18	100,00%	0,81%	
Aviación	817,49		0,010	0,02	3,47	8,42	0,58	0,68												823,90	56,70%	
Marítimo	625,34		0,04	0,010	12,63	1,16	1,58	1,79												629,28	43,30%	
EMISIONES DE CO ₂ POR QUEMA DE BIOMASA	10.691,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.691,16	100,00%	6,05%	
1. Industria de Generación y Transformación de la Energía	1.664,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.664,49	15,29%		
8. Centrales térmicas																				0,00		
2. Otros centros de transformación	1.664,49																			1.664,49		
3. Transporte	4.315,28																			4.315,28	39,64%	
4. Comercial / Industrial	795,06																			795,06	7,30%	
5. Residencial	2.138,02																			2.138,02	19,55%	
6. Agricultura / Pesca / Forestal	1.984,31																			1.984,31	18,23%	

Fuente: IDEAM, 2008.